This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Eng 1608.93.5F

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BEQUEST OF
ERASMUS DARWIN LEAVITT
1916

Berichte an die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure
gelegentlich der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte

in

Amerika.

Von

M. F. Gutermuth E. Reichel A. Riedler.

I.

Kraft-, Licht-, Wärme- und Kälteverteilung in Städten, Ausnutzung von Wasserkräften, Seil-Strafsenbahnen.

Mit 169 in den Text gedruckten Abbildungen.

BERLIN.
Verlag von Julius Springer.
1893.

Eng 1608.93.5F

Harvard College Library
Aug. 14, 1916.
Bequest of
Alexander Darwin Leavitt.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

Amerikanische Kraft- und Lichtwerke 3

Die Edison-Lichtwerke in New York 5

Licht- und Kraftanlagen in Boston 11

Neue Lichtanlage der Edison Co. in Boston 13

Kraftanlage der Westend-Strafsenbahn-Co. in Boston . . 16

Die Kraftanlage der Arc Light Co. in Chicago 22

Lichtwerk der Westinghouse Co. in New York, Greenwich und Vandam Str. (Newhaven, Sacco, Fort Wayne) . . 24

Die Dampfverteilungsanlage in New York 26

Dampfverteilungsanlagen 34

Dampfverteilungsanlage in Syracuse, N. Y. 34

Dampfverteilungsanlage der Electric Power & Light Co. in Springfield, Ill. 35

Anlage der Boston Heating Co. in Boston (Prall's System) 36

Kraft- und Lichtversorgung grofser Gebäude in Nordamerika 38

Maschineneinrichtungen von Hotels in New York (Waldorf-Hotel, Savoy-Hotel, Holland-Hotel, Plazza-Hotel, Windsor-Hotel, Brunswick-Hotel) 39

Maschinenanlagen grofser amerikanischer Geschäftsgebäude (Gebäude der Western Union Telegraph Co. in New York, Mill's Gebäude in New York, Gebäude der Equitable-Versicherungsgesellschaft in New York, Geschäftsgebäude

Seite

Broadway 44 in New York, Börse in New York, Ames Building in Boston, Exchange Building in Boston) . . 43

Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in Chicago (Auditorium-Gebäude, Rookery-Gebäude, Geschäftshaus Dearborn Street 167, Masonic Temple-Geschäftshaus) 46

Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika . . 58

Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee 58

Bidler's Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung in Chicago 62

Warenhaus von Farwell & Co. in Chicago, Monroe Street 63

Energieverteilung in Städten 65

Kälteverteilungsanlagen in Amerika 71

(Anordnung der Kältemaschinen, Eiswerke, Kältemaschinenanlagen in Brauereien, Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte, Kühlhäuser, zentralisirte Kälteverteilung, Kältemaschinenanlagen der Ausstellung.)

Studien über Wasserkräfte in Amerika 76

Turbinen 86

Wasserkraftanlagen am Niagara 94

Kosten der Wasser- und Dampfkraft in Amerika . . 100

Seil-Strafsenbahnen in Amerika 106

Seil-Strafsenbahnen in Chicago 107

Seil-Strafsenbahn in Cleveland, Ohio 116

Kalifornische Seilbahnen 118

In unserem Zeitalter einseitigster litterarischer Bildung, wo jeder die gröfste Unwissenheit auf den wichtigsten Gebieten menschlicher Bildung: Kenntnis der Natur und der wirklichen Welt, ungescheut an den Tag legen darf, wo die absichtliche Geringschätzung des Ingenieurs an der Tagesordnung ist und ihm der »freie Blick« gerade von solchen abgesprochen wird, welche nicht den blassen Schimmer einer Ahnung von der Bedeutung der Ingenieurarbeit haben, muss diese mit allem Nachdruck als Kulturarbeit, die Maschinenarbeit als Kulturmittel von vornherein bezeichnet werden.

Berufslitteraten pflegen Ingenieurarbeiten, wenn überhaupt die Rede auf sie kommt, im günstigsten Falle mit einigen Redensarten abzuthun, obwohl drüben die Ingenieurwerke eindringlicher sprechen als bei uns. Die Verkennung thatsächlicher Verhältnisse geht dann in der Regel Hand in Hand mit einem abfälligen, recht anmafsenden Urteile über die noch unentwickelte »junge amerikanische Kultur«. Der stolze Vergleich zwischen alter und junger Kultur gründet sich dabei in der Regel auf einseitige Beurteilung äufserer Erscheinungen, überwiegend auf den hässlichen Eindruck amerikanischer Städte, der aber nur die Folge korrupter Verwaltung ist, auf hässliche Uebertreibungen des amerikanischen Bewusstseins der Unabhängigkeit, das der Ungebildete eben in seiner Art zum Ausdruck bringt usw. Dabei wird aber nicht bedacht, dass den Fremden abstofsende Erscheinungen auch bei uns vorkommen, dass sie vielfach eben nur Eigentümlichkeiten sind und deshalb noch nicht Veranlassung zu Vergleichen über Kulturzustände geben sollten, umsoweniger als die städtischen Einrichtungen drüben zwar im Argen liegen, sonst aber der Gemeinsinn höher entwickelt ist als bei uns, und als selbst unsere eigene durchschnittliche Kultur im wesentlichen gar nicht älter und auf vielen Gebieten auch nicht entwickelter ist. Die uns vorangegangene alte Kultur ist in Amerika geistiges Eigentum einer gebildeten Minderheit und nicht des ganzen Volkes, — genau so wie bei uns; hingegen haben drüben vergangene Jahrhunderte weniger Vorurteil hinterlassen und das Schaffen durch kleinliche Interessen weniger eingeengt wie bei uns. Dies auszusprechen ist natürlich Ketzerei; deshalb citire ich statt der notwendigen Begründung Göthe als klassischen Zeugen:

Amerika, du hast es besser
Als unser Continent, das alte,
Hast keine verfallene Schlösser
Und keine Basalte.
Dich stört nicht im Innern
Zu lebendiger Zeit
Unnützes Erinnern
Und vergeblicher Streit.

Amerika ist gerade durch die Kulturarbeit des Ingenieurs in so beispiellos kurzer Zeit grofs geworden. Der Ingenieur ist nicht nur Pionier der Kultur, wie dies in Westamerika in gröfstem Mafsstabe zu beobachten ist, sondern stets auch Kulturträger. Unsere heutige Entwicklung, deren Vorteile auch litterarische und juristische Nörgler voll geniefsen, ohne ihre Herkunft zu kennen, ist zum gröfsten Teile auf Arbeiten des Ingenieurs gegründet und kann nicht fortbestehen, wenn z. B. der moderne Verkehr oder die Maschinenarbeit aufhört. Unsere heutigen vermeintlichen Pächter der Kultur aber blicken mit um so gröfserer Geringschätzung auf den Ingenieur herab, je tiefer ihre eigene Bildung auf dem Gebiete der Erkenntnis der Natur und Welt steht.

Die mächtige Entwicklung Amerikas ist zum grofsen Teile durch die Ausnutzung der Maschinenarbeit veranlasst. Diese ist eine so mächtige und ausgedehnte, dass sie auch auf unsere Verhältnisse zurückwirken muss. Es ist daher notwendig, sich mit den Eigentümlichkeiten des amerikanischen Maschinenbetriebes vertraut zu machen. Hierzu kommt die nahe liegende wirtschaftliche Bedeutung. Die aufserordentliche Entwicklung und Vervollkommnung des Verkehrs hat Amerika zu einem Nachbarstaate Europas gemacht. Der erste Kabeldraht, welcher Europa und Amerika verbunden, hat unsere Verhältnisse mehr beeinflusst als irgendwelche gewaltsame Veränderung, und doch wird dies und noch mehr der ungeheure Einfluss des heutigen Verkehrs, der Maschinen usw. in der Regel kaum geahnt; nicht nur die Folgen der Maschinenarbeit, auch die Kulturmittel, welche Amerika grofs gemacht haben, sind bei uns zum grofsen Teile unbekannt und manchmal selbst in Fachkreisen nicht so gewürdigt, als sie verdienen. Wenn diese Mittel auch auf unsere Verhältnisse nicht ohne weiteres passen und gar vieles in der amerikanischen Entwicklung als abschreckendes Beispiel gelten muss, so ist doch die genaue Kenntnis der amerikanischen Verhältnisse notwendig.

Die nachfolgenden Abhandlungen sind ein bearbeiteter Abdruck der in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure erschienenen Aufsätze über amerikanische Maschinenanlagen und über die Chicagoer Ausstellung und bezwecken, über einige der wichtigsten, eigenartigen Verwendungen der Maschinenarbeit in Amerika Uebersicht zu bieten, wobei aber die Auswahl aus dem ungeheuren Gebiete, auf welchem die Ingenieurarbeit in die Entwicklung der Nation eingreift, nur eine beschränkte sein kann.

Im wesentlichen sind im Nachfolgenden näher gekennzeichnet und durch Zeichnungen erläutert: die grofsartige Ausnutzung der Wasserkräfte in Amerika, die Kraft- und Wärmeverteilung, Kraft- und Lichtversorgung in Städten, Kälteverteilungsanlagen, die Maschinenbetriebe innerhalb von

Gebäuden und einige Verkehrsmittel, welche mit der Kraftverteilung zusammenhängen usw.

Der Entschluss des Vereines deutscher Ingenieure, über die Weltausstellung in Chicago eine ausführliche Berichterstattung zu veranstalten, kann nur mit lebhafter Befriedigung begrüfst werden, und rasche Berichterstattung ist insbesondere von hohem Werte, weil sie auch den Besuchern der Ausstellung noch unmittelbare Anregung zu geben vermag.

Aufserordentlich nahe liegt der Gedanke, die Ausstellungsberichte auf das amerikanische Maschinenwesen auszudehnen und damit die Eigenart der Maschinenbetriebe genau zu kennzeichnen. Die grofsartigen Leistungen des amerikanischen Maschinenwesens sind auf unsere Verhältnisse nur in geringem Mafse und vielfach überhaupt nicht übertragbar, weil sie aus ganz eigenartigen und von den unserigen vollständig verschiedenen Verhältnissen herausgewachsen sind. Es ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, gerade die Eigentümlichkeiten dieser Verhältnisse zu beleuchten und stets zu unterscheiden, was von amerikanischen Einrichtungen auf unsere Verhältnisse passt, was nicht.

Einer der wesentlichsten Grundzüge des amerikanischen Ingenieurwesens wird dadurch gegeben, dass in Amerika der Ingenieur stets der Kultur voraneilt, und dass die Anwendung der Maschinen und aller modernen technischen Hilfsmittel in viel höherem Mafse einen Bestandteil der Kultur bildet als bei uns. Dadurch wird eine grofsartige wirtschaftliche und technische Entwicklung hervorgerufen, die für uns in hohem Mafse lehrreich ist, wenn wir auch nur in besonderen Fällen unmittelbare Nutzanwendung ziehen können.

Ein zweiter Grundzug des amerikanischen Maschinenwesens beruht auf der schon seit langem durchgedrungenen Erkenntnis, dass das Bauen von Maschinen für den besonderen Fall eine wenig lohnende Thätigkeit sei. Seit langer Zeit hat im Maschinenbau die Massenherstellung den Einzelbau in Amerika verdrängt. Die Mittel und Einrichtungen dieser Fabrikation sind vielfach unerreicht geblieben und für uns Vorbilder geworden, soweit unsere Verhältnisse ähnliche Mittel zulassen.

Die Berichte und Zeichnungen, welche diese eigenartigen Verhältnisse erörtern sollen, sind während der Studienreise selbst ausgearbeitet worden. Durch solche rasche Berichterstattung dürfte Fachgenossen ein gröfserer Dienst erwiesen werden, als durch eine nachträgliche, zwar gründlichere, aber erst nach Jahren vollendete Ausarbeitung.

Da wir uns zum erstenmale als technische Journalisten, zu deutsch: Tagesschreiber, versuchen und dem guten Willen nur geringste Uebung zur Seite steht, so wird es wohl zweckmäfsig sein, an dieser Stelle die wohlwollende Beurteilung der Fachgenossen zu erbitten; umsomehr, als die Durchführung der Arbeit an Schwierigkeiten überreich war und es für die sorgfältige Ausarbeitung der Berichte vielfach an Zeit und Ruhe fehlte. Das dort Studirte ist überall, wo es anging, durch die Sprache des Ingenieurs, durch die Zeichnung, mitgeteilt. Die Herstellung übersichtlicher Zeichnungen während der Studienreise bildete nicht den geringsten Teil der mühevollen Arbeit.

Selbstverständlich kann nur über das berichtet werden, was sich dem Beobachter selbst als Eindruck und Urteil aufdrängte. Wenn der Eindruck als Thatsächliches wiedergegeben ist, so geschieht dies der Kürze wegen und stets unter dem stillschweigenden Zusatze, dass das Berichtete eben der Eindruck von der Sache war.

Es ist uns angenehme Pflicht, an dieser Stelle unseren Mitarbeitern, den Herren Ing. E. Josse, K. Kleppisch und W. Schindler für die unermüdliche, mühevolle Mitarbeit und den amerikanischen Fachgenossen, insbesondere den Herren E. D. Leavitt in Cambridge, W. R. Eckart in San Francisco, E. F. Osborne in Chicago und H. De la Barre in Minneapolis für die überaus liebenswürdige Aufnahme und Belehrung den verbindlichsten Dank auszusprechen.

M. F. Gutermuth. E. Reichel. A. Riedler.

Amerikanische Kraft- und Lichtwerke.

Entgegen der oft gehörten Behauptung, die Elektrotechnik sei in Amerika höher entwickelt als bei uns, habe ich, den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend, wiederholt erwähnt, dass in Amerika nur die Ausbreitung und Anwendung der Elektrizität, insbesondere für Beleuchtungszwecke, unsere Verhältnisse überragt, nicht aber die technische Entwicklung an sich.

Einen hervorragenden Beleg hierfür bilden die zahlreichen Lichtwerke in fast allen Städten der Union, welche fast durchweg maschinentechnisch wenig Hervorragendes bieten, dennoch aber die Aufmerksamkeit des Fachmannes in hohem Mafse beanspruchen. Einige haben wirtschaftlich alle anderen Elektrizitätswerke, auch unsere hervorragendsten überflügelt. So haben z. B. die Edison-Lichtwerke im Laufe des letzten Jahres einen Verbrauchszuwachs entsprechend 70000 Lampen, darunter 48000 Glühlampen und 1800 PS-Motoren, erfahren, eine Steigerung, die bei weitem den augenblicklich bestehenden Betrieb selbst grofser europäischer Lichtwerke überschreitet. Da dieses Unternehmen aufserdem für das ertragfähigste und zukunftsreichste gilt, so erfordert es jedenfalls eine eingehende Würdigung.

Das Studium der amerikanischen Licht- und Kraftanlagen ergiebt fast in allen Fällen die Thatsache, das mit technisch ziemlich unvollkommenen Mitteln gearbeitet wird, insbesondere mit Maschinenanlagen, die wir als minderwertig bezeichnen würden. Der Erfolg liegt aber gerade in der Verwendung der einfachsten Mittel und in ihrer hervorragenden wirtschaftlichen Ausnutzung. Die Edison-Werke verwenden z. B. niedrig gespannten Gleichstrom von nur 240 V, der als solcher gefahrlos und der verschiedensten Verwendungen fähig ist, benutzen kleine Maschinen, welche vom ersten Beginn des Unternehmens an den Betrieb übernahmen und schon die erste Kraftanlage fruchtbringend gestalteten und erst später durch gröfsere, vollkommnere Maschinen und Kessel ersetzt wurden, nachdem die Kosten der vorläufigen Maschinenanlage längst abgeschrieben waren. Vor allem aber ist dem Unternehmen eine gute Organisation nachzurühmen.

Ich halte es für geboten, der technischen Beschreibung einzelner Kraft- und Lichtanlagen einige allgemeine Bemerkungen voranzuschicken und im voraus auf die eigenartigen amerikanischen Verhältnisse hinzuweisen, welche auf die genannten Unternehmungen Einfluss haben und den grofsen Erfolg vieler von ihnen erklären. Diese eigenartigen Verhältnisse möchte ich jedoch nur in technischer Hinsicht so kennzeichnen, wie ich sie wiederholt kennen lernte; in anderer Hinsicht kann ich sie nur andeuten, da mir das liebenswürdige Entgegenkommen der amerikanischen Fachgenossen eine abfällige, wenn auch berechtigte Kritik nicht technischer Eigentümlichkeiten unmöglich macht und ich nicht ohne Not Empfindlichkeit erwecken möchte.

Zur Kennzeichnung des gewaltigen Unterschiedes zwischen alter und neuer Welt, der in allen technischen und wirtschaftlichen Verhältnissen hervortritt, erwähne ich deshalb nur das folgende: Amerika steht in der Jugend seiner Entwicklung, und es ist daher nicht zu verwundern, wenn diese Entwicklung auch alle Licht- und Schattenseiten jugendlichen Gebahrens zeigt. Letzteres offenbart sich auch in der Art, wie das von der Natur so überreich bedachte Land mit allen Mitteln der modernen Technik ausgebeutet wird, sowie in der sich daraus ergebenden gewaltigen Entwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse und des ganzen geschäftlichen Treibens, und andererseits darin, dass mit den Kräften nicht hausgehalten und stellenweise arger Raubbau getrieben wird. Indessen ist das Land, wenigstens im Westen, noch so wenig aufgeschlossen, dass zum mindesten der Einzelne in seinen wirtschaftlichen Bestrebungen nicht sofort auf den Nachbar stöfst und in dessen Interessen eingreift. Für den wirklich Begabten fliefsen die Erwerbsquellen auch meist viel reichlicher als bei uns, und die allgemein üblichen Ausgaben für die Annehmlichkeiten der materiellen Kultur sind ungleich höher als bei uns.

Technische Unternehmungen hingegen sind in ungleich höherem Mafse als bei uns durch Interessenpolitik beeinflusst. Jedes gröfsere Unternehmen stöfst sofort auf Konkurrenz, die mit rücksichtslosen Mitteln ihren Interessen zu dienen bestrebt ist. Wem aufserdem bekannt ist, was in Amerika »politicians« und ihr Einfluss, insbesondere auf städtische Verhältnisse, bedeuten, der wird auch bei jedem grofsen wirtschaftlichen Unternehmen den politischen Hergang und seine Rückwirkung auf die technische Seite würdigen. Unternehmungen müssen häufig nach ihrer Gründung erst die Politiker und ihren Anhang befriedigen; der Ingenieur als eigentlicher Arbeiter spielt vielfach die letzte Rolle. Aehnliches soll auch in der alten Welt vorkommen, aber selten in so ausgedehnter und für die technische Seite so entscheidender Weise wie hier. Dazu gesellt sich eine lebhafte, oft blinde Unternehmungslust, die zu technisch unrichtigem Vorgehen verleitet und dadurch manche an sich gute Sache schädigt.

Unter allen Umständen ist es daher notwendig, freilich auch aufserordentlich schwierig, bei den grofsen amerikanischen Unternehmungen die Gründungs- und Lebensgeschichte genau zu studiren und kennen zu lernen; nur dann ist es möglich, den technischen und geschäftlichen Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens einigermafsen richtig zu beurteilen und die Sache von ihrer Durchführung zu trennen. Die Erörterung nicht technischer Angelegenheiten entzieht sich aber vollständig der Behandlung im Rahmen der vorliegenden Berichte. Es kann daher nur die mächtige Bedeutung dieser Seite der Sache angedeutet, aber nicht auf ihre Folgen eingegangen werden. Da sich die Berichte eingehend auf verschiedenartige wirtschaftliche und technische Einrichtungen innerhalb von Städten erstrecken werden, möchte ich noch ganz besonders hervorheben, dass die Ame-

rikaner, wenigstens in den oberen Schichten der Bevölkerung, für vollkommne technische Einrichtungen und für die Maschinenarbeit als Kulturmittel ganz ungleich mehr bezahlen als wir. Dies schafft insbesondere Verhältnisse, welche von den unsrigen vollständig verschieden sind.

Gar mancher, der für amerikanische Einrichtungen schwärmt, beachtet nicht, dass hier allgemein mehr verausgabt wird als bei uns, dass die technischen Einrichtungen nicht nur begehrt, sondern auch bezahlt werden, dass beispielsweise mit elektrischem Licht ein so kostspieliger Luxus getrieben wird, wie er bei uns nur ausnahmsweise vorkommt. Für Beleuchtung und Heizung von Geschäfteräumen wird vielfach mehr bezahlt, als bei uns für Miete gleichwertiger Räume, und selbst für nebensächliche Dinge werden grofse Summen verausgabt, besonders wenn sie Reklamezwecken dienen.

In dieser Hinsicht ist hinzuweisen auf die bei uns unbekannte Pracht der Ausstattung der grofsen amerikanischen Hotels, der grofsen Geschäfts- und Privathäuser. Selbst gewöhnliche Geschäftsbetriebe, Speisehäuser, Verkaufsläden, ja Schänkbuden entfalten neben dem grofsartigen Aufwand prächtiger Holztäfelung einen verschwenderischen Verbrauch von elektrischem Licht u. dgl.

Dies alles hindert aber nicht, dass viele Einrichtungen, die wir als unerlässlich betrachten und zu den ersten Kulturerfordernissen zählen, sich im Zustande ärgster Vernachlässigung befinden. Nur wenige amerikanische Städte haben gute Wasserleitungen, die meisten müssen sich mit unfiltrirtem Flusswasser begnügen; die Kanalisation der Städte liegt im argen oder ist gar nicht vorhanden, und der Zustand der meisten Strafsen, auch im überreichen New York, ist ein solcher, dass sich das kleinste europäische Städtchen ihrer schämen würde. Dies gehört zu den amerikanischen Eigentümlichkeiten und mag, wenn man will, auch auf die Jugend der Entwicklung zurückgeführt werden. Wer solche Merkwürdigkeiten städtischer Verwaltungen näher erforschen will, mag den Einfluss der »politicians« und der »Tammany Hall« näher studiren.

Für die Technik ist hier trotzdem ein grofsartiges Feld geboten, und unter allen Umständen erwächst aus den geschilderten Verhältnissen für die Licht- und Kraftversorgung von Städten, trotz der Mängel der Stadtverwaltungen, ein sehr günstiger Boden, der in gleicher Ausdehnung bei uns nicht vorhanden ist.

Im Folgenden sollen zunächst einige der hervorragendsten amerikanischen Lichtanlagen, an erster Stelle die der Edison Co. in New York, kurz skizzirt werden.

Aufser den Kraftanlagen für elektrischen Betrieb sind in Amerika von besonderem Interesse die mehrfach versuchte Energieversorgung durch Dampfverteilung, sowohl als selbständige Kraft- und Wärmeverteilung und noch mehr für Wärmeverteilung im Zusammenhange mit einem Kraft- oder Lichtbetrieb. Diesen vereinigten Energie- und Wärmeverteilungsanlagen ist in den nachfolgenden Berichten besondere Aufmerksamkeit gewidmet, weil solche Anlagen für die hier gegebenen Verhältnisse sehr eigenartig sind, und vor allem weil in dieser vereinigten Energieversorgung eine grofse Zukunft liegt.

Im Anschluss an die Energieverteilung in Städten sind die Maschinenanlagen für die Kraft- und Wärmelieferung innerhalb grofser Geschäftshäuser, Hotels usw. ausführlich besprochen und durch Skizzen erläutert und die Eigenart des Maschinenbetriebes innerhalb solcher Gebäude, die Betriebskosten und Betriebserfahrungen gekennzeichnet. Zu diesen Maschinenbetrieben gehören noch insbesondere die Aufzüge. Diese werden aber in einem besonderen ausführlichen Berichte des Hrn. Gutermuth später behandelt werden und sind vorläufig in die Erläuterung nur soweit eingezogen als die Kraftlieferung für den Aufzugsbetrieb damit zusammenhängt.

Grofse Zukunft besitzt in Amerika die Kälteverteilung, sowohl in Städten von Zentralanlagen aus als auch innerhalb einzelner Gebäude, für gewöhnliche Kühlung und Lüftung als auch für eigentliche Kaltkammeranlagen. Ueber Kälteanlagen ist diesem Abdruck vorläufig nur ein Uebersichtsbericht beigefügt; die Einzelheiten der Kältemaschinen und Betriebsverhältnisse werden in besonderen Berichten des Hrn. Gutermuth nachfolgen.

A. Riedler.

Die Edison-Lichtwerke in New York.

In New York ist der Umfang des Lichtbetriebes dieser Unternehmung um etwa die Hälfte gröfser als der aller anderen Elektrizitätsgesellschaften der Stadt zusammengenommen. Letztere sind: die United Electric Light Co. (Westinghouse) und die Brush Co., welch beide Gesellschaften gemeinsam betrieben werden; die Thomson-Houston-Co.; die Mount Morris Co.; die North River Co.; die Manhattan Co. und die Harlem Co. Die letzten beiden Gesellschaften kommen im Wettbewerb nicht in betracht, da sie von der Edison Co. selbst betrieben werden. Die Westinghouse Co. mit einem Lichtbetrieb von etwa 45000 Glühlampen und 1800 Bogenlampen ist der bedeutendste Mitbewerber. Alle Unternehmungen arbeiten mit hochgespanntem Wechselstrom, mit Ausnahme der Edison Co.

Die Geschichte des Edison-Unternehmens ist kurz folgende:

Das ursprüngliche Unternehmen, die Electric Light Co., wurde 1878 gegründet und die Arbeit 1881 durch Edison selbst begonnen. 1881 wurde durch die Edison Illuminating Co. die Zentralstation Pearl Street in Angriff genommen und 1882 in Betrieb gesetzt. Sie hatte damals 6 »Mammoth«-Dynamos von je 125 PS und war für Lichtverteilung von etwa 2000 Lampen nach dem Zweileitersystem vorgesehen. Von der Unternehmung selbst werden die damaligen Einrichtungen als »very crude« bezeichnet, und es ist erwähnenswert, dass gegenwärtig kein einziges Haus mehr mit der ursprünglichen Lichtleitung versehen ist. Es ist ferner für die erste Einführung bezeichnend, dass den Abnehmern während einer Woche Licht kostenfrei geliefert und dann erst die weiteren Vereinbarungen für die Abnahme getroffen wurden. 1883 versorgte die Zentralstation Pearl Street etwa 300 Abnehmer mit 6000 Glühlampen bei ungefähr 1 km gröfster Entfernung; hingegen waren damals weder Motoren noch Bogenlicht in Gebrauch. Die Verwendung von Motoren in nennenswertem Umfange begann erst vor zwei Jahren und ist erst seit einem Jahre in Aufschwung begriffen; sie bürgern sich in denjenigen Fällen ein, wo einzelne Dampfanlagen durch die Wärmeausstrahlung unbequem sind. Sonstige Motoranlagen, insbesondere gröfsere, kommen in New York kaum in betracht, da der Aufstellung von Dampfanlagen an beliebigem Orte fast kein Hindernis entgegensteht.

1887 wurden die Vergröfserung der Lichtanlage Pearl Street sowie der Bau der neuen Stationen in der 26. und 39. Strafse beschlossen und begonnen und hierbei das Dreileitersystem mit Gleichstrom von 240 V Spannung zu grunde gelegt. Bei allen neuen Stationen wurde der Betrieb innerhalb Jahresfrist, nachdem der Bau beschlossen, mit vorläufigen Kesseln und Maschinen aufgenommen. Ende 1888 wurden 700 Abnehmer mit etwa 16000 Lampen versorgt. Die erste Bogenlampe kam 1889 in Betrieb. In dieser Entwicklungszeit des Unternehmens, wo mit sehr bescheidenen Mitteln gearbeitet wurde, musste viel Lehrgeld bezahlt werden; es wurden aber Erfahrungen insbesondere in der Organisation gewonnen, welche gegenwärtig einen Teil der Stärke des Unternehmens ausmachen.

Anfang 1890 wurde die Pearl Street-Station mit Ausnahme der Kessel und einer Dynamomaschine durch Feuer vollständig zerstört. Die Betriebsunterbrechung dauerte einen halben Tag; durch ein vorläufiges Lichtwerk in Liberty Street sowie durch die übrigen Werke wurde der Betrieb aufrecht erhalten. Nach 10 Tagen wurde auch von der durch Feuer zerstörten Anlage wieder Strom geliefert und der Neubau einer grofsen Station in Pearl Street beschlossen, welche im Mai 1891 mit vorläufigen Maschinen in Betrieb gesetzt wurde. Gegenwärtig ist die Station mit einer 600pferdigen und einer 1250pferdigen endgültigen Maschine versehen und wird damit laufend betrieben.

In Fig. 1 ist die allgemeine Anordnung der Zentralstation Pearl Street dargestellt. Mafsgebend für den eigentümlichen Aufbau in Stockwerken, der in ähnlicher Weise auch bei den übrigen Lichtwerken der Gesellschaft durchgeführt wird, ist der in New York ungewöhnlich hohe Preis der Grundstücke und die Notwendigkeit, sie aufs äufserste auszunutzen. Infolgedessen werden die Lichtmaschinen in oder unter dem Erdgeschoss untergebracht; darüber befinden sich Lagerräume, über diesen die Dampfkessel und Vorwärmer, im nächsten Stockwerk die Kohlenbehälter und darüber die Bureauräume. Letzteres entspricht neuester amerikanischer Gewohnheit. Die ausgedehnte Benutzung der Aufzüge ermöglicht es, die Arbeitsräume in die höchsten Stockwerke zu legen und ihnen so die Vorteile der besseren Belichtung und Lüftung sowie der günstigeren Lage im Geschäftsviertel zu sichern.

Gegenwärtig ist die Station Pearl Street nur bis zum zweiten Stockwerk ausgebaut. Die endgültigen Wasserrohrkessel sind noch nicht aufgestellt, sondern der Betrieb wird mit vorläufigen, im Erdgeschoss aufgestellten Kesseln durchgeführt, und der oberhalb der Maschinen liegende Raum wird einstweilen zu Ausstellungs- und Bureauzwecken benutzt. Die Station soll aber bis Ende dieses Jahres, wie skizzirt, fertig werden; die vorläufigen Kessel werden durch die endgültigen ersetzt und die oberen Stockwerke aufgebaut.

Das Lichtwerk ist für die Aufnahme von drei 1250pferdigen und zwölf 2000pferdigen Lichtmaschinen berechnet, welche in zwei Reihen aufgestellt werden, s. Fig. 2, Grundriss.

Für den Grofsbetrieb ist mechanische Zuführung der Kohle und Abführung der Asche vorgesehen. Die Kohle wird durch Aufzüge gehoben, in grofsen Behältern über den Dampfkesseln gelagert und durch Blechröhren neben die Feuerstellen geführt. Diese Art der Zuführung lässt die verwendete Kohle (Anthrazit) zu, die in regelmäfsigem Korn geliefert wird und weder backt noch sich staut. Es ist Vorwärmung der Verbrennungsluft und in Verbindung damit besondere Lüftung des Maschinenhauses vorgesehen, derart dass die erwärmte Luft aus den Maschinenräumen durch Exhaustoren abgesaugt und im Rauchkanal der Dampfkessel sowie im Schornstein weiter vorgewärmt wird, um dann als Verbrennungsluft unter den Dampfkesseln zu dienen. Aufserdem ist Dampfüberhitzung im Rauchkanal vorgesehen.

Das Lichtwerk soll bis zur Entwicklung von etwa 30000 PS, entsprechend dem gleichzeitigen Betriebe von 300000 Lampen, ausgebaut werden, für welche bedeutende Leistung ein Raum von 61 m Länge, 22,5 m Breite und 9,2 m Höhe gegeben ist. In diesem Raum sind unterzubringen

zwölf 2500pferdige Vierfach-Verbundmaschinen,
jede mit 2 Dynamos von 800 Kilowatt,
zwei 1250pferdige Dreifach-Verbundmaschinen,
jede mit 2 Dynamos von 400 Kilowatt,
zwei 600pferdige Dreifach-Verbundmaschinen,
jede mit 2 Dynamos von 200 Kilowatt.

Unmittelbar über dem Eingang ist eine Gallerie angebracht, von welcher aus der Betrieb sämtlicher Maschinen überblickt werden kann. Das gemeinsame Schaltbrett befindet sich in der Mitte der Anlage.

Das Stockwerk über den Maschinen dient später zu Werkstätten und Lagerräumen und besitzt an jeder Seite einen Raum von 3 m Breite zur Aufnahme der Dampfleitung und der früher erwähnten Leitung für die vorzuwärmende Luft.

Das dritte Stockwerk enthält die Exhaustoren, die Pumpen, die Vorrichtungen zum Aschetransport usw.

Im vierten Stockwerk sind 30 Wasserrohrkessel in zwei Reihen aufzustellen. Die Betriebsspannung beträgt 14 Atm. Die Kesselanlage soll bei einem Dampfverbrauch von 7 kg für 1 PS-Std. für 20000 PS ausreichen. Zur Steigerung der Leistung auf 30000 PS ist künstlicher Zug in Aussicht genommen.

Im fünften Stockwerk sind Kohlenbehälter für 3000 t

Edison-Lichtwerke in New York, Pearl Street.

Maßstab 1 : 400.

Fig. 1.

Querschnitt.

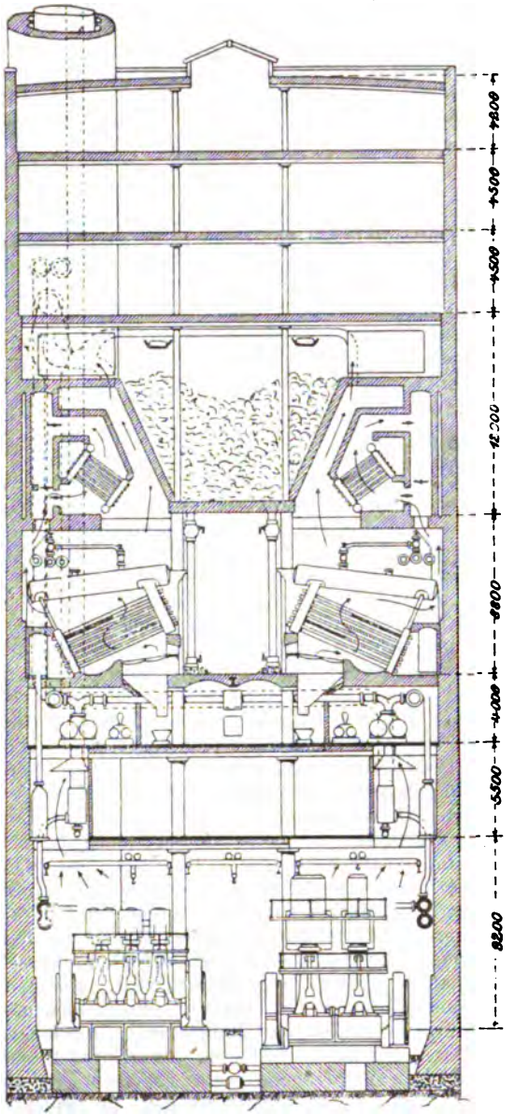
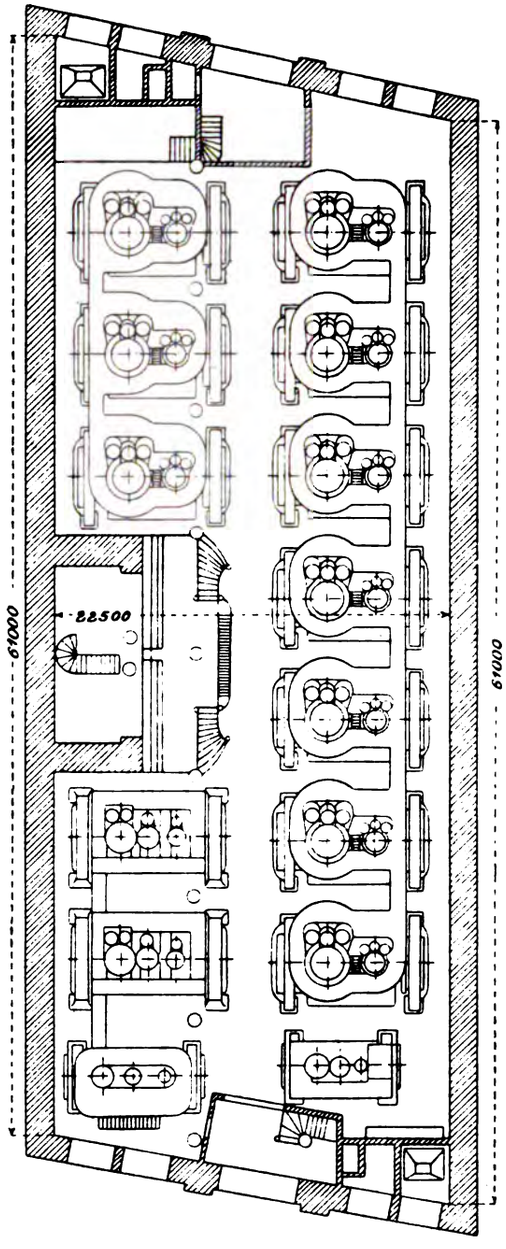


Fig. 2.

Grundriss.



Inhalt unterzubringen. Unterhalb der Rutschflächen der Kohlenbehälter liegen die Feuerzüge, Wasserbehälter und Speisewasservorwärmer, darüber die Wasservorratsbehälter.

Die Bureauräume oberhalb der Kohlenbehälter sind durch Aufzüge und außerdem auf jeder Seite durch eine Treppe zugänglich.

Die Feuerkanäle münden an der Ostseite in zwei Schornsteine und enthalten die Vorwärmer für die Verbrennungsluft.

Die Einrichtungen für künstlichen Zug und für die Luftvorwärmung sind ausschaltbar.

Maschinen und Kessel sind für normale Belastung berechnet. Während durchschnittlich etwa 2 Stunden größter Belastung oder vorübergehend im Bedarfsfalle kann eine Steigerung der Leistung um etwa 50 pCt bei vergrößerter Dampfleistung und künstlichem Zug eintreten.

Lichtmaschinen.

Die Lichtmaschinen sind nach europäischem Vorbilde gebaut und von den bei uns verwendeten gleichartigen Typen nur in einigen Einzelheiten verschieden. Die Dampfmaschinen erfordern für eine gegebene Maschinenleistung wesentlich kleineren Raum und gestatten dadurch besonders gute Ausnutzung der vorhandenen schwierigen Bauverhältnisse. Diese Raumausnutzung durch die Dampfmaschinen wird, abgesehen

Fig. 3.
Edison-Lichtwerke in New York.
Lichtmaschine von 600 PS.
Maßstab 1 : 60.

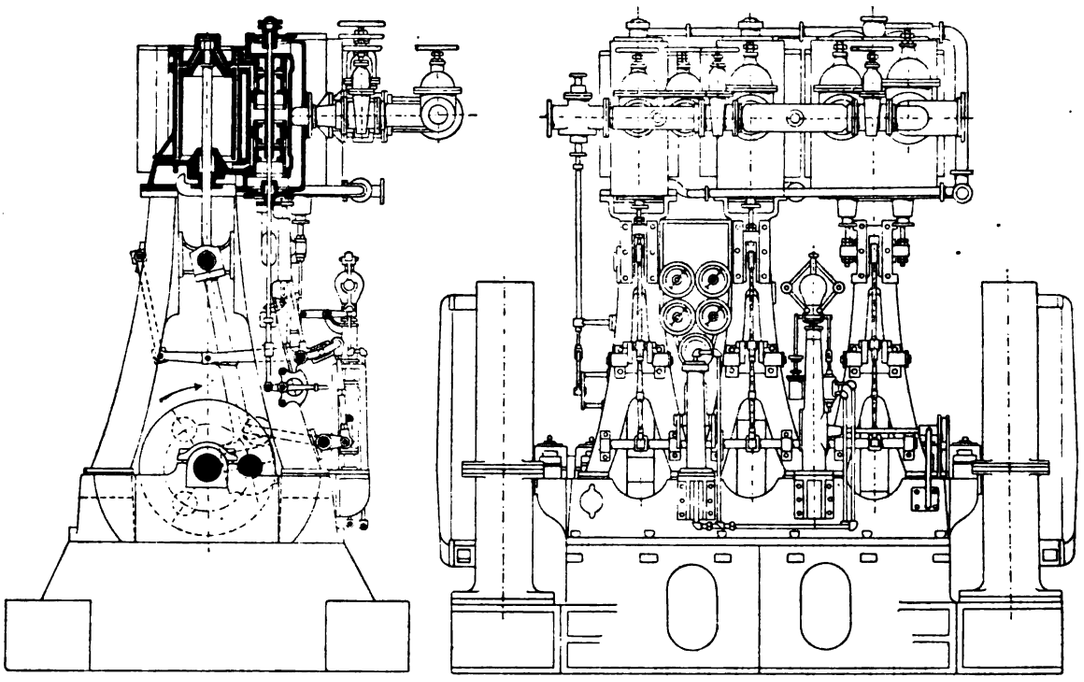
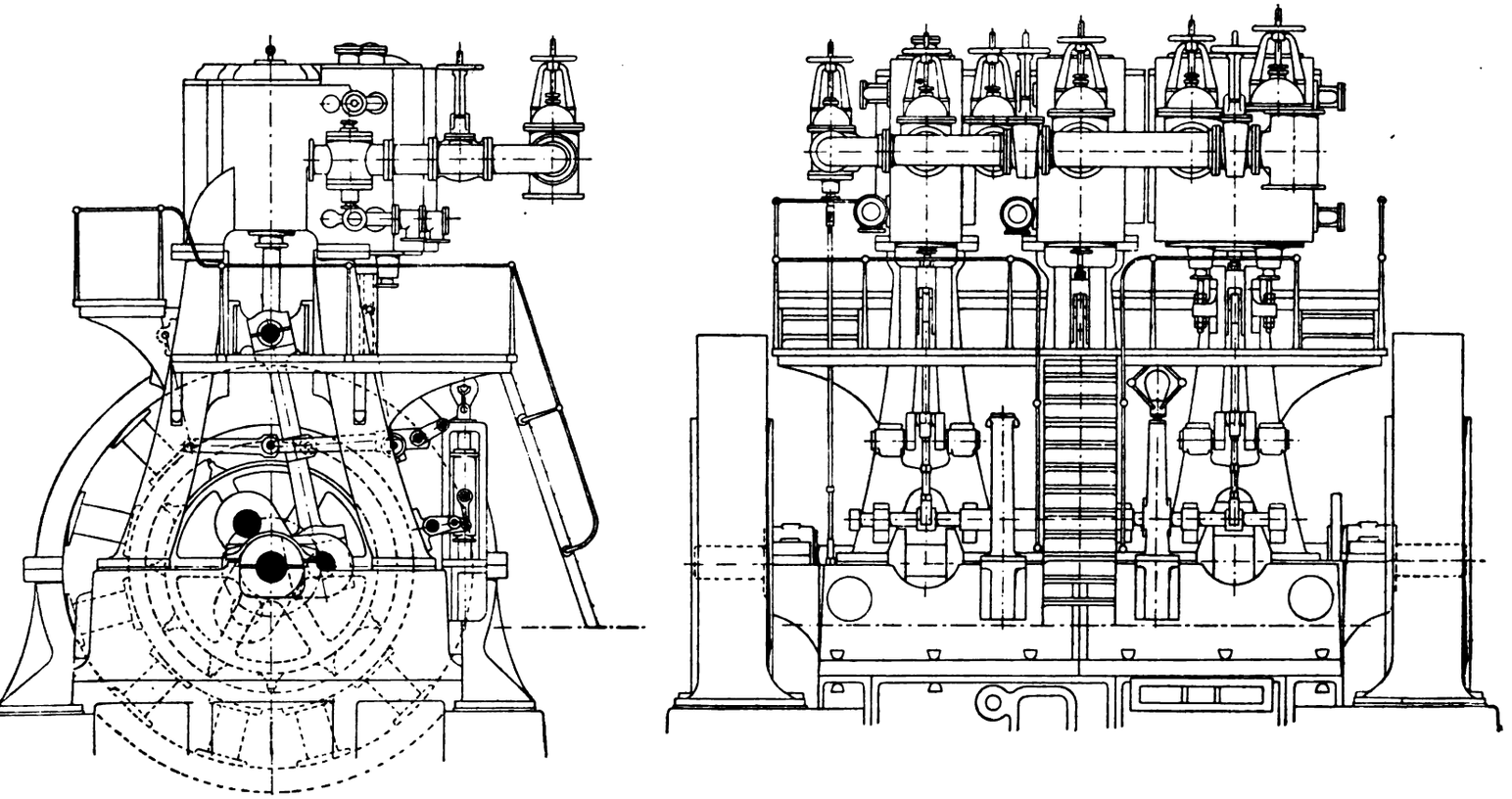


Fig. 4.
Lichtmaschine von 1250 PS.
Maßstab 1 : 60.



von der vertikalen Bauart und von der Verwendung kurzen Maschinenhubes, insbesondere dadurch erreicht, dass die Schieberkasten der Dampfmaschinen nicht zwischen, sondern vor den Cylindern angebracht sind und so die Entfernung zwischen den Dampfcylindern möglichst beschränkt wird. Hierdurch können in dem verfügbaren Raum nahezu 50 pCt Maschinenkraft mehr untergebracht werden. Die Schieber werden durch Joy-Steuerung von der Schubstange aus angetrieben, wodurch der Vorteil der seitlich liegenden Schieberkasten mit dem zentrischen Antrieb der Steuerung erreicht und Uebersetzungshebel und -Wellen vermieden werden.

Die 600pferdigen Maschinen sind in ihrem wesentlichen Aufbau in Fig. 3 dargestellt, die 1250pferdigen Maschinen in Fig. 4. Besondere Erläuterung dieser Figuren dürfte entbehrlich sein. Einzelzeichnungen der Steuerung und wesentlicher Maschinenteile werde ich noch nachtragen.

Der Entwurf der Maschinen rührt von J. Van Vleck, dem Chefingenieur der Unternehmung, die Ausführung von der Dickson Manufacturing Co. in Scranton, Pa., her. Die Ausführung und die Ruhe des Ganges würden wir nach unseren Anforderungen als mittelmäfsig bezeichnen; alle wesentlichen Teile der Maschinen, insbesondere Wellen, Stangen und Führungen, sind jedoch ungewöhnlich kräftig ausgeführt. Die Dampfcylinderdeckel und Kolben sind aus Gussstahl hergestellt. Eigentümlich ist die Fundirung der Maschinen. Obwohl der Maschinenrahmen ungewöhnlich kräftig ist, ist er doch noch auf einen etwa $1^1/_2$ m hohen besonderen schweren gusseisernen Rahmen aufgebaut, welcher auf Mauerwerk ruht, und dieses wiederum ruht auf einer $^1/_2$ m dicken Betonschicht. Besondere Gründe dieser eigentümlichen Fundirung waren nicht festzustellen; sie ist auch gegenüber der sehr kräftigen Bauart der Maschine nicht verständlich.

Die Maschinen von 600 und 1250 PS sind Dreifach-Verbundmaschinen, deren neben einander liegende Cylinder auf drei Kurbeln arbeiten.

Die 2500pferdigen Maschinen, welche die zukünftige Hauptanlage bilden werden, sind Vierfach-Verbundmaschinen, deren Hochdruck- und erster Mitteldruckcylinder, über einander liegend, auf eine Kurbel arbeiten, während der zweite Mitteldruck- und der Niederdruckcylinder auf eine zweite Kurbel wirken.

Keine der Maschinen besitzt ein besonderes Schwungrad. Die gröfste Betriebsgeschwindigkeit der 2500pferdigen Maschine beträgt 90, die normale 80 Min.-Umdr.; die der 1250pferdigen Maschinen bis zu 150 Min.-Umdr., die normale Geschwindigkeit der letzteren etwa 100.

Auf jeder Seite der Kurbelwelle wird ein Dynamo unmittelbar angetrieben.

In der Gesamtanordnung und in wesentlichen Einzelheiten ist der europäische Einfluss unverkennbar, wenn auch Vorbilder nicht erwähnt werden. Insbesondere der direkte Antrieb der Dynamomaschinen durch stehende Dampfmaschinen bricht mit der bisher herrschenden amerikanischen Praxis. Letztere besteht im wesentlichen in der Verwendung raschlaufender Dampfmaschinen mit einfacher Riemenübersetzung auf sehr raschlaufende Dynamos für kleinere Werke; und für gröfsere Werke in der Verwendung normallaufender Dampfmaschinen mit Riemenübersetzung auf eine gemeinsame Transmissionswelle, welche unter Einschaltung von Reibungskupplungen durch eine zweite Riemenübersetzung eine Reihe von raschlaufenden Dynamos antreibt.

Die Dynamomaschinen sind in den Edison-Werken in Schenectady, N. Y., gebaut. An ihnen sind mehrere Verbesserungen durchgeführt: Aufsenpole, innerer Armaturring mit zentraler Unterstützung bei guter Lüftung und seitlicher Anbringung der Schleifbürsten.

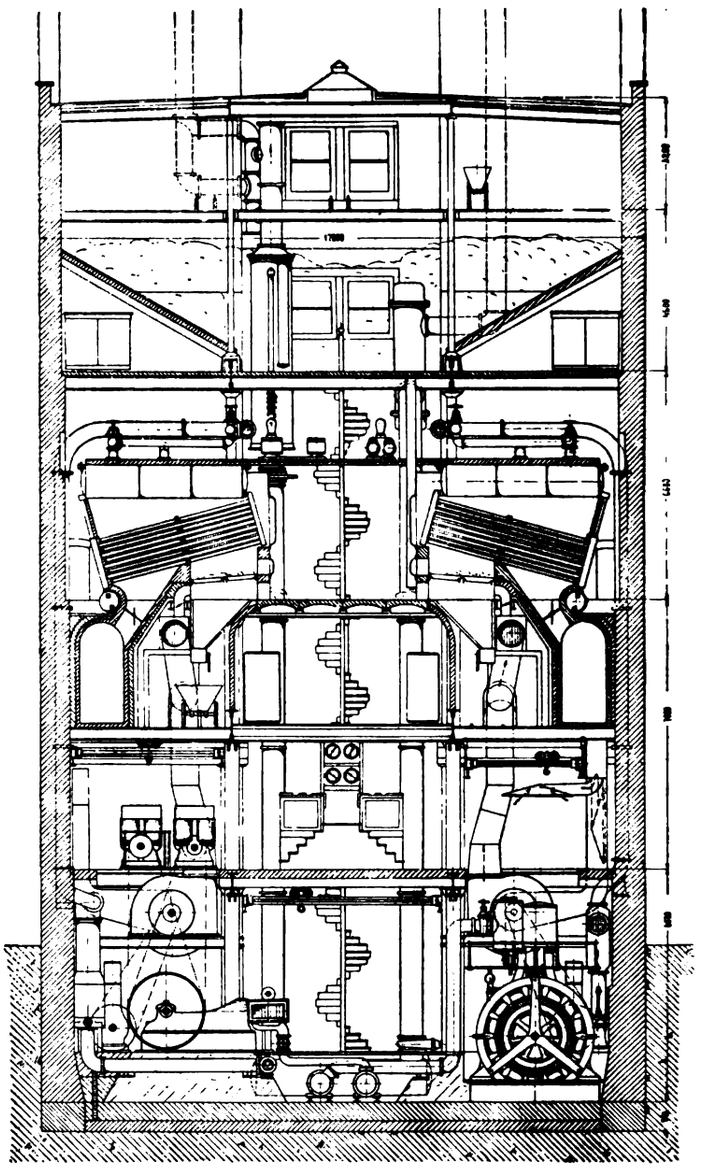
Beachtenswert ist, dass die Dampfzuleitung und die Ueberströmung zu den Dampfcylindern in getrennten Röhren erfolgt und jede Rohrleitung mit einem Absperrschieber versehen wird. Hierdurch geht der Vorteil der kurzen Dampfwege verloren; doch wird der vermeintliche Vorteil erreicht, dass jede Maschine im Falle der Dienstuntauglichkeit eines Cylinders mit den übrigen Cylindern ohne wesentlichen Stillstand weiter betrieben werden kann (wenn die eingetretene Störung solche rasche Ausschaltung eines Cylinders überhaupt zulässt!). Die hierzu erforderliche etwas verwickelte Rohrleitung mit Absperrschiebern ist aus den Zeichnungen Fig. 3 und 4 ersichtlich.

Die Bauart der Maschinen erreicht den erwähnten Vorteil der Ausnutzung des Raumes bei leidlicher Zugänglichkeit; nur die Gelenke der Joy-Steuerung unmittelbar an der Schubstange sind unzugänglich. Die Regulirung erfolgt durch einen Porter-Regulator, welcher die Expansion in allen drei

Fig. 5.

Edison-Lichtwerk in New York 26. Strafse.

Querschnitt 1 : 200.



Cylindern gleichzeitig verstellt. Um möglichst rasche Selbstregulirung zu erreichen, wird die erforderliche Energie durch einen hydraulischen Druckcylinder ausgeübt.

Die Maschinen laufen ausschliefslich mit Oelschmierung, welche aufserordentlich reichlich vorgesehen ist. Für die Auffangung des Schmieröles sind bis jetzt keine guten Einrichtungen vorgesehen.

Die Maschinen sind sowohl für Kondensations- als für Auspuffbetrieb eingerichtet. Zum Kondensationsbetriebe

dienen gewöhnliche Mischkondensatoren. Das Einspritzwasser wäre durch Tiefbrunnen zu liefern. Nach den in New York gegebenen Verhältnissen besteht jedoch keine Möglichkeit, auf diese Weise auch nur einen sehr geringen Teil der geplanten Maschinenanlage mit Kondensation zu betreiben; auch die vorläufige Anlage wird ausschliefslich mit freiem Auspuff betrieben, und es kann wohl angenommen werden, dass der gröfste Teil der Anlage andauernd so arbeiten wird. Die hierdurch entstehenden Betriebsverhältnisse einer grofsen Kraftanlage, die später auf 20000 PS ausgebaut werden soll und sich inmitten eines dicht belebten Stadtteiles befindet, sind bei uns einfach undenkbar; die Dampfwolken, welche die Umgegend belästigen, sind jetzt schon ungeheuer.

Die Cylinderabmessungen der 600pferdigen Dreifach-Verbundmaschinen sind: Hockdruck 457 mm, Mitteldruck 686 mm, Niederdruck 1016 mm Dmr., 762 mm Hub; die normale Umdrehungszahl ist 120 i. d. Min., der Wellendmr. 203 mm.

Die Abmessungen der 1250pferdigen Dreifach-Verbundmaschinen sind: Hochdruck 610 mm, Mitteldruck 890 mm, Niederdruck 1321 mm Dmr., 915 mm Hub, Wellendmr. 305 mm, normale Umdr.-Zahl 100 i. d. Min.

Die Hauptmaschinen der 20000pferdigen Anlage Pearl Street werden nach dem vollständigen Ausbau die 2500pferdigen Vierfach-Verbundmaschinen sein, von welchen 10 im genannten Maschinenraum unterzubringen sind. Davon ist eine Maschine gegenwärtig bei der Dickson Manufacturing Co. im Bau begriffen und soll im August d. J. in Betrieb kommen. Die Cylinderabmessungen sind: Hochdruck 660 mm, 1. Mitteldruck 940 mm, 2. Mitteldruck 1321 mm, Hub 915 mm, Dmr. der hohlen Welle 457 mm, normale Umdr.-Zahl 90 i. d. Min.

Auch diese Maschinen sind mit Kolbenschiebern und Joy-Steuerung ausgeführt. Jede Maschine ist für den Betrieb eines Paares von 800 Kilowatt-Dynamomaschinen bestimmt. Eine dieser Maschinen leistet dasselbe wie die Maschinen (liegende Verbundmaschinen mit Riemenübersetzung) der alten Zentralstation Pearl Street und beansprucht etwa $^1/_{10}$ der Grundfläche der alten Anlage.

Die in der Höhe schon ausgebaute Station der Edison Co. in der 26. Strafse ist in Fig. 5 im Querschnitt dargestellt; sie ist im wesentlichen gleich der eben erwähnten.

Im Erdgeschoss liegen links die älteren liegenden Maschinen: 2 Tandemmaschinen von je 230 PS und 5 eincylindrige Maschinen von je 200 PS, welche die im ersten Stock befindlichen Edison-Dynamos mittels Riemen antreiben; rechts befinden sich 2 seit anderthalb Jahren im Betriebe befindliche 600pferdige Dreifach-Verbundmaschinen mit unmittelbarem Dynamoantrieb. Für die hydraulische Verstellung der Kulissen dieser beiden Maschinen ist eine kleine Pumpe mit Akkumulator aufgestellt; der Wasserdruck beträgt 10 Atm.

Im ersten Stock stehen 14 Edison-Dynamos von je 100 Kilowatt, wovon je 2 von einer Dampfmaschine angetrieben werden; in der Mitte des Raumes ist die Schaltbühne angebracht. Im zweiten Stock sind eine Reparaturwerkstatt und die Gleise für die Aschenabfuhr, im dritten Stockwerke 13 Babcock-Wilcox-Kessel untergebracht. Das Speisewasser wird durch stehende Vorwärmer vorgewärmt, die bis in das vierte Stockwerk reichen, woselbst auch die Speisepumpen stehen.

Im fünften Stock sind die Kohlenbunker und im sechsten die Anfahrt der Kohlenwagen zum Füllen der Bunker. Für die Kessel ist ebenfalls künstlicher Zug, der durch 2 Ventilatoren erzeugt wird, vorgesehen.

Die Station, die in sehr gutem Zustand ist, erzeugt ungefähr 3000 PS und speist 10000 Glühlampen von 16 Kerzen.

Die gegenwärtige Organisation des Unternehmens scheint eine sehr gute zu sein. Besonders übersichtlich und einfach wird die Berechnung der wöchentlichen Einzelkosten für jeden Teil des Betriebes durchgeführt, sodass jede schwache Seite des Unternehmens für die Leitung sofort erkenntlich wird. Aehnliches habe ich bei uns auch kennen gelernt, aber doch nie in so einfacher und übersichtlicher Handhabung. Auf die Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden.

Erwähnt sei noch die Art und Weise, wie laufend der Plan des gesamten Verteilungsnetzes dem jeweiligen thatsächlichen Zustande entsprechend dargestellt wird. Das ganze Netz ist auf einer mit Firnis geschwärzten Glasplatte mit dem Stichel eingezeichnet, jede Aenderung des Netzes wird sofort in diese Platte eingetragen, wobei wegfallende Linien durch schwarze Farbe zugedeckt werden, und der augenblicklich richtige Stand des Verteilungsnetzes kann durch Blaukopien, die von der Glasplatte genommen werden, jederzeit festgestellt werden.

Die grofsen finanziellen Mittel des Unternehmens sichern ihm jetzt schon in New York, trotz der Konkurrenz der übrigen Gesellschaften, eine herrschende und mehr und mehr an Bedeutung zunehmende Stellung auf dem Beleuchtungsgebiete. Die Erfolge des Unternehmens seit 2 Jahren sind sehr bedeutend. (Reingewinn im abgelaufenen Jahre 475000 $; Zahl der Abnehmer 4300 gegen 1200 im Jahre 1889; Zahl der Glühlampen 142500 gegen 39800, Zahl der Bogenlichter 1600 gegen 110.) Für Motorenbetrieb werden gegenwärtig nominell 4000 PS abgegeben, worüber nähere Angaben unten folgen. Die Stärke des Gesamtbetriebes entspricht nahezu 200000 Glühlampen. Die Zahl der Glühlichter allein hat im abgelaufenen Jahr um etwa 50000 zugenommen, während die Gesamtzunahme des Licht- und Kraftbedarfes etwa 70000 Glühlampen entspricht, ein Ergebnis, welches hier bisher von keinem ähnlichen Unternehmen erreicht wurde.

Die Anwendung des elektrischen Stromes innerhalb des Gebietes der Gesellschaft für andere als Beleuchtungszwecke ist mannigfaltig, der Menge nach aber unbedeutend. Die verschiedenartigen Apparate zur Verwendung des elektrischen Stromes, insbesondere für Heizzwecke, sind ausschliefslich deutschen und im besonderen Berliner Ursprunges und unverändert benutzt. Fortschritte auf diesem Gebiete konnte ich nicht entdecken. Nur auf dem Gebiete der Anwendung von Motoren sind gegenüber europäischen Verhältnissen Fortschritte erzielt, aber auch dies nur hinsichtlich der Verbreitung der Motoren, nicht aber ihrer Bauart oder Benutzung. Trotz eines eigentlich viel älteren geordneten Betriebes, der nicht mehr als Versuchsbetrieb bezeichnet werden kann, ist bei uns die Verwendung der Motoren im Vergleich zum Lichtbetrieb verschwindend, während im Beleuchtungsgebiet der Edison Co. gegenwärtig etwa 1150 Motoren betrieben werden, und diese sind mit wenig Ausnahmen in den letzten 2 Jahren aufgestellt. Davon entfallen auf die untere Stadt rd. 760, auf die obere Stadt 380 Motoren. Die nominelle Leistung beträgt in der unteren Stadt rd. 3700, in der oberen 1180 PS. Nicht mitgerechnet sind dabei die im Sommer sehr zahlreich verwendeten kleinen etwa $^1/_8$pferdigen Motoren zum Betriebe von Ventilatoren, die aber trotz ihrer grofsen Zahl auf den Kraftbedarf keinen nennenswerten Einfluss ausüben.

Es ist bezeichnend für amerikanische Verhältnisse, dass für solche Ventilatoren, die eine eigentliche Ventilation gar nicht bewirken, sondern innerhalb der Räume nur die Luft in Bewegung erhalten, also Zug erzeugen, dieselben Betriebskosten gefordert und bezahlt werden wie für Glühlampen, mit der weiteren Beschränkung, dass für den Betrieb eines solchen Ventilators mindestens der Betrag von 36 $ jährlich bezahlt werden muss. Trotzdem sind tausende solcher Ventilatoren im Gebrauch.

Für die Abgabe von Licht und Kraft hat die Unternehmung Einheitssätze, die je nach der zunehmenden Höhe des Verbrauches des einzelnen Abnehmers um gewisse Prozentsätze ermäfsigt werden. Für Bogenlicht beträgt der Einheitspreis für eine 8 Amp.-Lampe und Stunde 10 Cents; schon bei 100 bis 200 Lampenstunden für den Monat wird jedoch z. B. eine Ermäfsigung von 10 pCt zugestanden, welche bis zu 35 pCt bei 1000 Lampenstunden steigt. Eine 16 kerzige Glühlampe kostet für die Stunde 1 Cent, welcher Preis bis zu $^3/_4$ Cent ermäfsigt wird, wenn die monatliche Lampenstundenzahl 500 überschreitet. Bei Kraftabgabe rechnet man für 1 PS-Std. 10 Cents, giebt aber schon bei Entnahme von monatlich 100 PS-Std. 20 pCt Nachlass, der sich allmählich

bis zu 50 pCt steigert, wenn mehr als 1500 PS-Std. im Monat geliefert werden.

Die Lieferung elektrischen Stromes für Kraftzwecke verpflichtet die Abnehmer, mindestens 3 $ monatlich zu bezahlen, auch für die kleinsten Motoren ($^1/_8$ PS).

Sehr wesentlich für die Beurteilung des Kraftbetriebes ist die Thatsache, dass die durchschnittliche Betriebsdauer der vorhandenen Motoren täglich (im Monatsdurchschnitt) nur etwa 2 Stunden beträgt, und dass der Unternehmung aus der Stromlieferung für Motoren eine Einnahme von 5,2 $ für 1 PS im Monatsdurchschnitt für diese zweistündig betriebenen Motoren erwächst. Im Jahre werden demnach bei dem erwähnten nur zweistündigen Durchschnittsbetrieb der Unternehmung als mindester Preis für 1 PS 60 $ zufliefsen; normal beträgt die Einnahme jedoch 75 $.

Den bis jetzt nur vorhandenen kleinen Abnehmern kostet daher bei 10 stündigem Betriebe 1 PS jährlich $5 \times 75\$ = 375\$$.

Die Anzahl der Motoren beträgt gegenwärtig rd. 4000, von 3 bis 4 PS im mittel, die einer Anlage von ungefähr 200000 16 kerzigen Glühlampen gleichkommen.

Die Anschaffung und Aufstellung der Motoren ist Sache der Abnehmer. Die Edison Co. liefert nur den Strom und die Zählwerke, die aber auch von den Kunden bezahlt werden müssen.

Die Hausinstallationen, die zum gröfsten Teil zum Aufzugbetrieb dienen, sind sehr einfach und bestehen nur aus dem elektrochemischen Zählwerk, der Anlassvorrichtung und dem Elektromotor. Voltmeter und Ampèremeter sind nicht angebracht.

Bei den älteren Aufzügen arbeitet der Elektromotor beständig auf ein Vorgelege, sodass das Halten und Ingangsetzen der Aufzüge mittels Leer- und Vollscheibe erfolgt. Neuere Aufzüge treiben die Seiltrommel mittels Schnecke unmittelbar an, und Stillstand, Auf- und Abwärtsgang werden durch einen mit Rheostaten versehenen Umschalter, der vom Aufzug aus gehandhabt wird, bewirkt. Ueber die Einzelheiten solcher elektrischen Aufzüge wird noch besonderer Bericht nachfolgen.

Ueber den Wirkungsgrad der Kraftverteilung war nichts Näheres in Erfahrung zu bringen und auch keine Prüfung möglich. Ermittelt wurde nur, dass die Selbstkosten der in der Zentrale erzeugten Kraft ungefähr die Hälfte des von den Kunden bezahlten Preises betragen.

A. Riedler.

Licht- und Kraftanlagen in Boston.

Die Elektrizitätswerke in Boston bieten in vieler Hinsicht Beachtenswertes, sowohl durch ihren verhältnismäfsig grofsen Umfang und viele Einzelheiten als auch durch ihre geschichtliche Entwicklung; denn Boston ist den amerikanischen Städten in der Ausnutzung der Elektrizität stets vorangegangen, und nur im Umfang des elektrischen Betriebes ist es an anderen Stellen in der neuesten Zeit überflügelt worden.

Die bedeutendsten Lichtwerke der Stadt sind die Edison-Werke, die bedeutendste Kraftverteilung die Anlage der Westend-Strafsenbahn-Co. Die wesentlichen Einrichtungen beider sind im Nachfolgenden beschrieben.

Es ist bezeichnend für die technische Entwicklung des Lichtbetriebes, dass die älteren Edison-Werke, welche 1886 gebaut wurden und mit ihren 18 Armington-Maschinen damals eine vielbewunderte Anlage waren, heute als gänzlich veraltet und minderwertig gelten. Nicht minder bezeichnend ist, dass es noch vor zwei Jahren vielfach schwierig war, Aufschluss über alle Einzelheiten des Betriebes zu erhalten, während der technische Besucher heute liebenswürdige Aufnahme erfährt und bereitwilligste Auskunft erhält.

Der inzwischen gemachte Fortschritt ist ein aufserordentlicher, insbesondere mit Rücksicht darauf, dass die ersten Glühlichtanlagen in Amerika erst 1882 in kleinem Mafsstabe und mit kleinen Maschinen (unter 100 PS) gebaut wurden, während gegenwärtig Maschinenanlagen von 10 000 bis 20 000 PS zu den gewöhnlichen gehören und kaum noch besondere Beachtung finden.

Die ältere Edison-Anlage in der Tremont-Strafse ist für die Kraftanlagen, welche vor 3 bis 5 Jahren in Amerika gebaut wurden, typisch. Sie gewährt durch die raschlaufenden Dampfmaschinen mit grofser Riemenübersetzung auf raschlaufende Dynamos nur den einzigen Vorteil der billigen Beschaffung der Motoren und Generatoren. Alle übrigen Eigentümlichkeiten der alten Anlagen bedeuten schwere Nachteile.

Die neue Edison-Kraftanlage in der Atlantic Avenue kann, wie die New Yorker, als Typus der Neuzeit gelten: Vermeidung aller Zwischenübersetzung; stehende, mäfsig rasch laufende und vollkommener gebaute Dreifach-Verbunddampfmaschinen bei unmittelbarem Dynamoantrieb. Für die Einzelheiten dieser Anlage gilt im wesentlichen das bei der Beschreibung der New Yorker Edison-Anlage bereits Erwähnte, und es ist deshalb nur nötig, das der Bostoner Anlage Eigentümliche durch einige Skizzen und Erläuterungen hervorzuheben.

Vorher möchte ich jedoch über den Betrieb der elektrischen Strafsenbahnen in Boston einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Die bedeutende Ausdehnung und auch die eigenartige Durchführung dieses elektrischen Strafsenbahnbetriebes geben zu solchen Bemerkungen Anlass, die zugleich zur Kennzeichnung der örtlichen Verhältnisse dienen.

In jeder Stadt ist der Verkehr durch die örtlichen Verhältnisse bestimmt; in den amerikanischen Städten ist er noch besonders dadurch gekennzeichnet, dass die modernen Verkehrsmittel, vor allem die motorisch betriebenen Eisenbahnen, in gröfserem Mafstabe und auch schon seit längerer Zeit als bei uns für die ungeheuer anwachsenden Bedürfnisse der Städte herangezogen werden. Die Strafsenbahnen eilen dabei in neuen, äufseren Stadtteilen fast immer der Entwicklung der Stadt voran. Dort entfaltet sich das Verkehrswesen auch in normaler und vorteilhafter, der heutigen Entwicklung der Technik einigermafsen entsprechender Weise. Der Zustand der gewöhnlichen Strafsen ist in fast allen Städten ein über alle Mafsen schlechter, auch in den reichsten Städten ein geradezu schmachvoller. Teilweise Ausgleichung schaffen das hochentwickelte Strafsenbahnnetz und der motorische Betrieb, und wo dieses Netz in der erwähnten Weise mit der städtischen Entwicklung vorgeschritten ist, hat es bewirkt, dass die Stadtzentren entlastet werden und sich im Umkreise der Städte die eigentlichen Wohnbezirke durchschnittlich viel besser entwickeln, gesunder und billiger und auch für den minder bemittelten leichter zugänglich sind, als bei uns unter althergebrachten beschränkten Verhältnissen und bei vielfach unzureichenden Verkehrsmitteln.

Dieses moderne Element, die Eisenbahnen innerhalb der Städte, insbesondere die motorisch betriebenen Eisenbahnen, sind wohl in keiner Stadt, auch in keiner amerikanischen, planmäfsig und rechtzeitig vorgesehen worden; höchstens in den äufseren Stadtteilen. Zur Zeit, als sich die Städte zu ihrer heutigen Form zu entwickeln begannen, d. i. zu Anfang der 60er Jahre, ist es verabsäumt worden, Raum für die modernen Verkehrsmittel vorzusehen. Wer damals weitblickend genug gewesen wäre, den Maschinenbetrieb im städtischen Verkehr vorauszusehen und dem Stadtplan zielbewusst einzufügen, hätte Musterstädte schaffen können, die ohne Schwierigkeit allen Verkehrsforderungen genügen und von den schweren Mängeln der heutigen Grofsstädte sich hätten freihalten können. Die Folge dieser Verabsäumung ist, dass heute in allen gröfseren Städten die Bewältigung des Verkehrs aufserordentlich viel zu wünschen übrig lässt, auch in Amerika, wo der planmäfsigen Entwicklung der Städte mit den heutigen technischen Hilfsmitteln kein Hindernis entgegenstand, und dass es infolgedessen überall Verkehrsfragen giebt.

Gegenüber den gegebenen und überlieferten Verhältnissen ist heute Abhilfe schwierig und in vielen Fällen nur möglich durch die Anlage von Hoch- oder Tiefbahnen, oder durch die äufserste Verstärkung des Strafsenbahnverkehrs.

Für Tiefbahnen sind die Anlagen in London bezeichnend [1]); es wird aber wenig Städte geben, welche dafür in gleicher Weise geeignet sind. Für Hochbahnen mag New York als bezeichnendstes Beispiel gelten. Die Entwicklung der Längsstrafsen und die geringe Breite der Stadt haben im Verein mit der Rücksichtslosigkeit in der Durchführung der Hochbahnlinien mustergiltige Verkehrsverhältnisse geschaffen, insofern nur die praktische Seite beachtet wird. Dort, wo die örtlichen Verhältnisse Aehnliches nicht zulassen, d. i. in der Mehrzahl aller Städte, und dort, wo ästhetische Bedenken der Anlage von Hochbahnen inmitten der Städte entgegenstehen, wird die Hochbahn, wenn sie überhaupt möglich ist, im günstigsten Falle nur einen geringen Teil des Verkehrs, abseits von den Verkehrsmittelpunkten, auf sich nehmen.

Die Verstärkung der Leistung der Strafsenbahnen durch motorischen Betrieb dürfte in Boston auf die höchste Stufe getrieben sein.

Für den motorischen Betrieb der Strafsenbahnen kommen in Amerika bis jetzt nur die Seilbahn und die elektrische

[1]) Z. 1891 S. 145 u. f.; 1892 S. 53 u. f.

Bahn in betracht, während der viel einfachere und billigere Dampfbetrieb wenig angewendet wird, auch dort nicht, wo die Haupteisenbahnen lärmend mitten durch die Stadt laufen, also von Rücksichten der Schönheit oder des Behagens nicht die Rede sein kann. Seilbahnen sind in Boston kaum zu verwenden, da die engen und krummen Straſsen der alten Stadt die Seilführung erschweren. Die gröſsten Vorteile gewährt für die Bostoner Verhältnisse der elektrische Betrieb, besonders durch die beliebige Teilung der Kraft, sodass mit einer groſsen Anzahl einzelner Wagen auch in den ungünstigst gelegenen krummen Straſsen der Verkehr durchgeführt werden kann. In den Morgen-, Mittags- und Abendstunden wird auf den Bostoner Straſsenbahnen dasjenige geleistet, was technisch überhaupt möglich ist. Es zeigt sich aber auch auffällig, dass die absolute Grenze der Möglichkeit, nicht zu reden von der Zweckmäſsigkeit, bereits erreicht ist. Die Wagen verkehren so dicht hinter einander, dass eine weitere Verstärkung des Betriebes unmöglich ist und jetzt schon durch die Zusammenstöſse mit Fuhrwerk und Menschen, die auch die städtischen Straſsen zu benutzen ein Recht haben, die gröſsten Unzukömmlichkeiten entstehen. Die elektrischen Bahnen verursachen nachweisbar mehr Verunglückungen, nicht durch den Strom, wohl aber durch Zusammenstöſse, als alle übrigen Eisenbahnen. Es ist einfach kein Raum für den zu bestimmten Stunden zu bewältigenden Verkehr und noch weniger für eine weitere Entwicklung vorhanden, und Boston mit seinem hochentwickelten Straſsenbahnnetz hat mehr als andere Städte eine brennende Verkehrsfrage.

Die Projekte zu ihrer Lösung sind sehr zahlreich, Hochbahnen scheitern aber an den engen und ohnehin schon finsteren Straſsen, die Tiefbahnprojekte an der ungünstigen Beschaffenheit des Untergrundes. Um die unaufhörlichen Verkehrsstockungen in den beiden Hauptstraſsen, Tremont- und Washington-Straſse, und in der Nähe der nördlichen Bahnhöfe zu beheben, ist sogar in ernster Weise ein Projekt aufgestellt worden, welches in diesen Straſsen Verkehrswege in mehreren Stockwerken über einander schaffen will: unten eine Tiefbahn und in 2 Stockwerken elektrische Hochbahnen, daneben breite Fuſswege. Wie die solcher Art reichlich bedachten Straſsen Licht erhalten sollen, ist nicht gesagt.

Unter den gegebenen Verhältnissen ist Abhilfe wahrscheinlich nur möglich durch den Ausbau des Straſsenbahnnetzes bei gleichzeitiger Erweiterung der Hauptverkehrsstraſsen. Dies ist thatsächlich geplant, und es ist hierfür eine Ausgabe von 14 Millionen Dollar für die nächsten Jahre in Aussicht genommen. In der Tremont-Straſse soll, auſser der Erweiterung der vorhandenen elektrischen Eisenbahn, eine elektrische Hochbahn angelegt werden.

Aber auch dies kann nur als Notbehelf angesehen werden, wenn eine weitere, sei es auch nur geringe Entwicklung der Stadt als wahrscheinlich und weitere Ausnutzung des Maschinenbetriebes im städtischen Verkehr als sicher angenommen wird. Wirkliche Abhilfe ist nur durch eine gründliche Regelung des Verkehrswesens zu erreichen. Die Eigenart des Verkehrs in den meisten amerikanischen Städten besteht in der Konzentrirung nahezu des gesamten Geschäftsverkehrs auf einen kleinen Teil der Stadt. Alles strömt diesem Stadtteil in den Morgenstunden zu, und nachmittags verlässt der Strom das Geschäftszentrum in umgekehrter Richtung. Diese Konzentrirung, die bei uns selten, höchstens in England in gleichem Maſse vorkommt, ist auch der Grund, dass im Innern der Stadt turmhohe Geschäftshäuser gebaut werden. Dieses Streben nach Konzentration ist vorhanden, um den Verkehr der einzelnen Geschäfte unter einander auf eine möglichst geringe Entfernung und mit Hilfe der hochentwickelten Aufzüge in den Geschäftshäusern auch auf das geringste Zeiterfordernis zu beschränken; hieraus erwachsen aber für den allgemeinen Verkehr die erwähnten Nachteile.

In neuester Zeit tritt daher auch in fast allen amerikanischen Städten das Bestreben hervor, gründliche Abhilfe zu schaffen und der übermäſsig ausgebildeten Geschäftszentralisirung entgegen zu wirken. Es giebt aber nur ein einziges und wenig wirksames Mittel: das Verbot, Geschäftshäuser in beliebiger Höhe aufzuführen. Solches Verbot besteht bereits in Boston; die Höhe der Häuser darf seit neuester Zeit die $2^1/_2$ fache Straſsenbreite nicht überschreiten. Das gleiche Verbot ist in Chicago beabsichtigt, wo die erwähnten Verhältnisse in den letzten 2 Jahren zum Bau von 20 Stock hohen Geschäftshäusern geführt haben. Die Folge davon wird sein, dass der Geschäftsverkehr sich auf ein gröſseres Gebiet ausdehnen und verteilen muss.

So lange diese eigenartigen Verhältnisse herrschen, ist die Verkehrsbewältigung nur in solchen Städten vollkommen möglich, wo Hoch- oder Tiefbahnen angelegt werden können. Der motorische Betrieb der Straſsenbahnen und die Verdichtung des Verkehrs allein thun es nicht, wie Boston zeigt, weil die Dichtigkeit des Verkehrs und die Kollisionen mit dem übrigen Verkehr eine Grenze setzen.

Auſserdem ist nicht anzunehmen, dass irgend eine Groſsstadt der Welt sich ein solches Gespinst von Drähten für den elektrischen Straſsenbahnbetrieb gefallen lassen wird wie Boston. Bei aller technischen Groſsartigkeit des Betriebes sind die Bostoner elektrischen Straſsenbahnen ein abschreckendes Beispiel von Häſslichkeit und mindestens so reich an Nachteilen und Belästigungen, wie der Betrieb mit irgend welchen anderen motorischen Mitteln. Selbst in Amerika, wo die Vorliebe für elektrische Anlagen auſsergewöhnlich groſs ist, verschlieſst man sich nicht gegenüber den Nachteilen, welche das Trolley-System und der elektrische Betrieb mit sich bringen. Selbst die Nachteile des gewöhnlichen Dampfbetriebes würden in keiner Weise gröſser sein, und es giebt viele maſsgebende amerikanische Ingenieure, welche an eine weitere Entwicklung dieses Systems nicht glauben und für Straſsenbahnbetrieb nicht den Zentralstationen und der Kraftverteilung, sondern der Kraftaufspeicherung auf den Wagen im Zusammenhang mit Füllstationen die Zukunft zusprechen.

Leider fehlt es in dieser Richtung auch in Amerika an ernsten Bestrebungen und Versuchen; es ist nur eine groſse Menge mehr oder weniger unklarer Bestrebungen oder Experimente zu verzeichnen, über welche ich vielleicht später im Zusammenhang zu berichten Gelegenheit finde.

Bei dem ausgedehnten elektrischen Betrieb in amerikanischen Städten ist noch erwähnenswert, dass auch hier insbesondere die elektrische Straſsenbahn den Kampf zwischen Stark- und Schwachstromtechnik hervorgerufen hat, in welchem vorläufig die Schwachstromtechnik, zunächst die Telephongesellschaften, unterlegen sind. Diese sind hier ausschliefslich Privatunternehmungen, und es ist ihnen nicht gelungen, für sich die Erde für die Rückleitung in Anspruch zu nehmen; sie wurden gezwungen, besondere Rückleitungen auszuführen.

Neuestens richtet sich jedoch der Kampf gegen die elektrischen Leitungen für Straſsenbahnbetrieb; einerseits werden selbst die Amerikaner in ihren häſslichen Straſsen der noch häſslicheren und gefährlichen Drahtleitungen überdrüssig, und andererseits wird von ihren nicht oder schlecht geschlossenen Erdleitungen schädlicher elektrolytischer Einfluss auf die Gas- und Wasserleitungen behauptet, welche Behauptung sich schwer auf ihre wirkliche Berechtigung prüfen lässt.

Im Nachfolgenden sind die bezeichnenden Einzelheiten der beiden groſsen Elektrizitätswerke in Boston angegeben.

Neue Lichtanlage der Edison Co. in Boston.

Die Edison Electric Illuminating Co. hat in Boston ausschliefslich die Lichtlieferung und Kraftversorgung für Private in Händen, während sich die Westend Co. infolge Uebereinkommens lediglich mit dem Betrieb der elektrischen Strafsenbahnen befasst.

Die Lichtlieferung der Edison Co. begann in Boston im Jahre 1886 mit einer in der Nähe des Bijou-Theaters gelegenen Anlage, die nur aus einer 75 pferd. Armington-Maschine mit 2 Dynamos bestand. Diese Anlage wurde von der Edison-Gesellschaft angekauft und bei einem Kapital von 100 000 $ mit einer neuen Station am Head Place für 1600 Lampen betrieben (3 Maschinen und 6 Dynamos). 1887 wurde eine neue grofse Edison-Station mit 40 Dynamos angelegt, welche zur damaligen Zeit wohl die bedeutendste Anlage dieser Art war. Im Juni 1888 brannten die Station und 14 Dynomomaschinen ab; nach 20 Stunden wurde mit den übrigen Maschinen der Betrieb wieder aufgenommen; die Station wurde darauf wieder hergestellt, und zwar nach amerikanischen Begriffen »fire proof«.

1888 wurde die zweite Station in Hawkins Street mit 10 Maschinen und 20 Dynamos in Betrieb gesetzt, 1890 in der Station Head Place 3 Stockwerke aufgebaut und die Station entsprechend vergröfsert.

Die Station enthält jetzt 18 im Kellergeschoss aufgestellte Armington & Sims-Maschinen, die 26 Edison-Dynamos antreiben. Die Dampfmaschinen arbeiten mit 265 Min.-Umdr. und entwickeln je 150 PS, bei einer Dampfspannung von 7 Atm. Die Maschinen sind sehr dicht in 4 Reihen aufgestellt und treiben die in dem darüber gelegenen Stockwerk aufgestellten Dynamos mittels Riemen an. Die Dynamomaschinen sind 60 Kilowatt-Edison-Maschinen; sie sind in 4 Reihen aufgestellt und in der Mitte durch das Schaltbrett getrennt.

Das Kesselhaus ist an der Seite der Maschinenräume angebracht; die Dampfzuführung zu den Maschinen erfolgt unterirdisch. Ursprünglich waren 6 noch jetzt im Betrieb befindliche Röhrenkessel vorhanden, die auf gleichem Stockwerk mit den Maschinen aufgestellt sind. Es wurden später bei Vergröfserung der Station das Kesselhaus um 3 Stockwerke erhöht und 5 Babcock-Wilcox-Kessel im dritten Stock aufgestellt. Ueber diesen Babcock-Wilcox-Kesseln befinden sich die Kohlenbehälter, von denen aus die Kohlenzuführung mittels Röhren zu jeder einzelnen Feuerung erfolgt. In den unmittelbar unter den Kesseln befindlichen Stockwerken befindet sich die Aschenabfuhr durch Falltrichter, die durch Schieber verschliefsbar sind. Für die Aschenabfuhr und Kohlenzufuhr ist ein elektrisch betriebener Aufzug vorhanden. Die schon erwähnte Station in der Hawkins-Strafse hat dieselben Maschinen und Dynamos wie die eben beschriebene, auch dieselbe Anordnung.

1888 wurde der Bau einer weiteren neuen Zentralstation in der Atlantic Avenue und die Herstellung unterirdischer Leitungen beschlossen. Diese neue Zentralstation wurde 1891 ausgeführt. Sie enthält Dreifach-Verbundmaschinen stehender Bauart, welche die Dynamos direkt antreiben. Die Anlage wurde unmittelbar an die Seeküste, Atlantic Avenue, gelegt und gröfsere Entfernung für die Fernleitung zugelassen, um die Vorteile der Kohlenzufuhr und der reichlichen Wasserbeschaffung auszunutzen. Wegen dieser Vorteile kann auch thatsächlich der Dampf mit etwa halb so grofsen Kosten wie bisher erzeugt werden. Für den Maschinenbetrieb kann genügend Kondensationswasser (Seewasser) beschafft werden, und die Oertlichkeit gewährt genügenden Raum zur weiteren Ausdehnung der Anlage.

Zum Zwecke der vorteilhaften Kohlenbeschaffung wurden am Ufer 2 grofse Krane, s. Fig. 6, und ein Kohlenbehälter für 5000 t aufgestellt. Der Gesamtplan ist so angelegt, dass die Station auf 25000 PS ausgebaut werden kann.

Gegenwärtig ist die Station nur auf 11000 PS ausgeführt und enthält 6 Maschinen von je 1500 PS und 15 Dampfkessel von je 325 PS, s. Grundriss Fig. 7.

Alle Gebäude mussten am Seeufer in aufgeschwemmtem Lande auf Pfählen fundirt werden, was beträchtliche Baukosten verursachte. Besondere Schwierigkeit machte die Fundirung der Schornsteine und des Maschinenhauses. Der Maschinenraum, Fig. 8, ist durch einen Laufkran von 12 t Tragkraft überspannt. Der Kesselraum gestattet die Auf-

Fig. 6.

Neues Edison-Lichtwerk Boston.

Mafsstab 1 : 600.

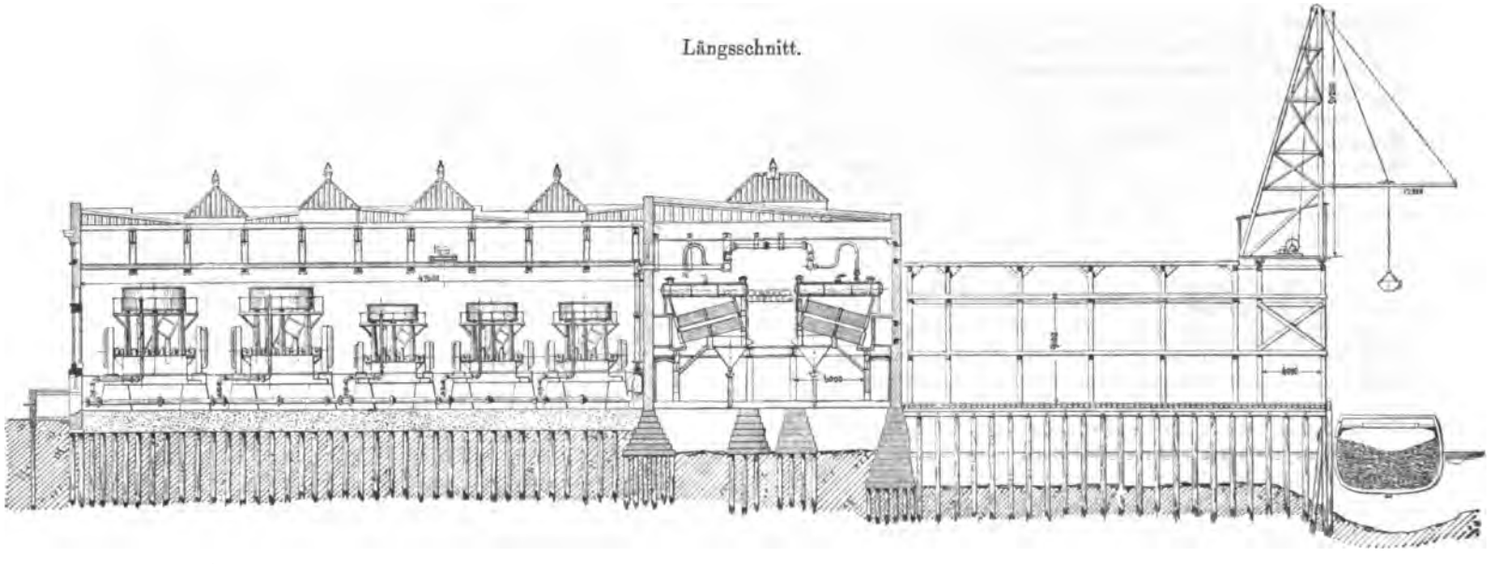
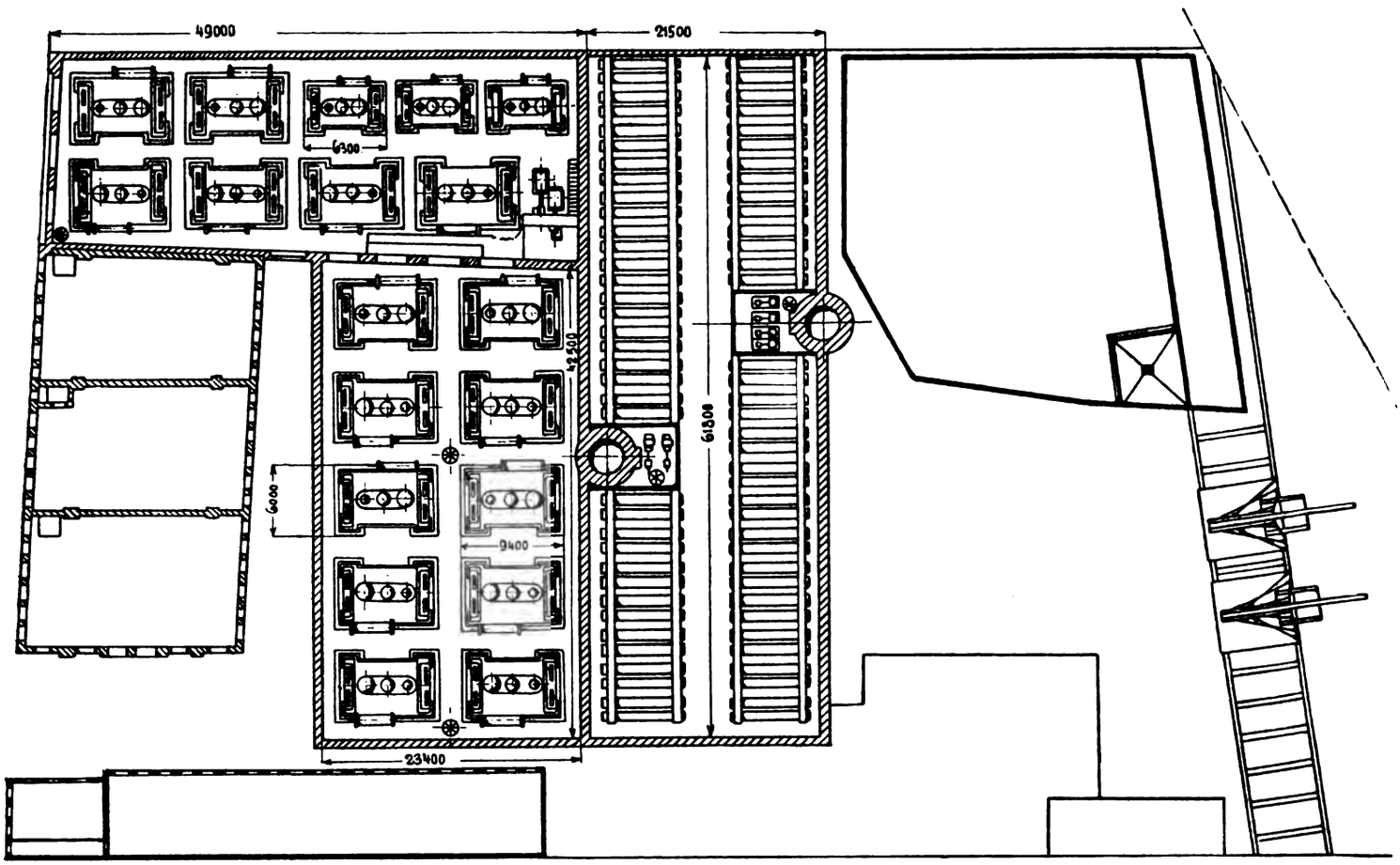


Fig. 7.

Neues Edison-Lichtwerk in Boston.

Grundriss. Mafsstab 1 : 600.



stellung von 15 Babcock - Wilcox - Kesseln, s. Fig. 7. Für diese Kesselanlage reicht 1 Schornstein (200′ = 61 m hoch, 18′ = 5,5 m äufserer, 11½′ = 3,5 m innerer Durchmesser) aus. Die Kessel befinden sich, von der Fundirung aus gemessen, im zweiten Stockwerk. Die Konstruktionslast wird durch gufseiserne Säulen und genietete Kastenträger aufgenommen. Die Kessel wurden nicht in Amerika, sondern von den Glasgower Werkstätten der Firma hergestellt. Angeblich konnten sie wegen des hohen künftigen Betriebsdruckes von 225 Pfd. (17,6 kg/qcm) nicht in Amerika gebaut werden. Der gegenwärtige Betriebsdruck beträgt nur 160 Pfd. (11,2 kg/qcm).

Selbstthätige Zuführung von den Kohlenbehältern zu den Kesseln wurde in Aussicht genommen, jedoch nicht ausgeführt, ebenso wenig die selbstthätige Aschenabführung, weil vorläufig die Asche, und zwar wahrscheinlich für mehrere Betriebsjahre, in den Hohlräumen zwischen den Pfählen unter dem Kesselhaus und unter der Landungsbrücke, Fig. 9 (s. a. Fig. 6), abgelagert werden kann.

Der Maschinenraum, soweit er bis jetzt ausgebaut ist, reicht für die Aufnahme von 9 Maschinen aus (6 von 1500 PS, 3 von 750 PS). Alle Antriebsmaschinen sind stehende Dreifach-Verbundmaschinen mit Oberflächenkondensation. Sie treiben an jedem Ende der Kurbelwelle (8″ = 203 mm Dmr.) direkt eine Dynamomaschine an, deren Armatur zugleich als Schwungrad dient. Die Anordnung der Maschinen zeigt der Grundriss, Fig. 10. Die 1500pferd. Maschinen sind bisher noch nicht ausgeführt.

Die Abmessungen der 750pferd. Maschinen sind: Hochdruckcylinder 16¼″ = 413 mm, Mitteldruckcylinder 23⅞″ = 606 mm, Niederdruckcylinder 38½″ = 978 mm, Hub 30″ =

Fig. 8.

Querschnitt durch das Maschinenhaus.

Mafsstab 1 : 300.

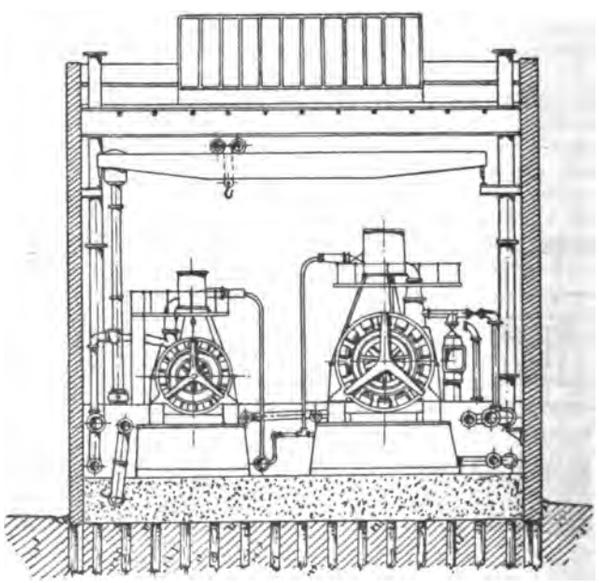
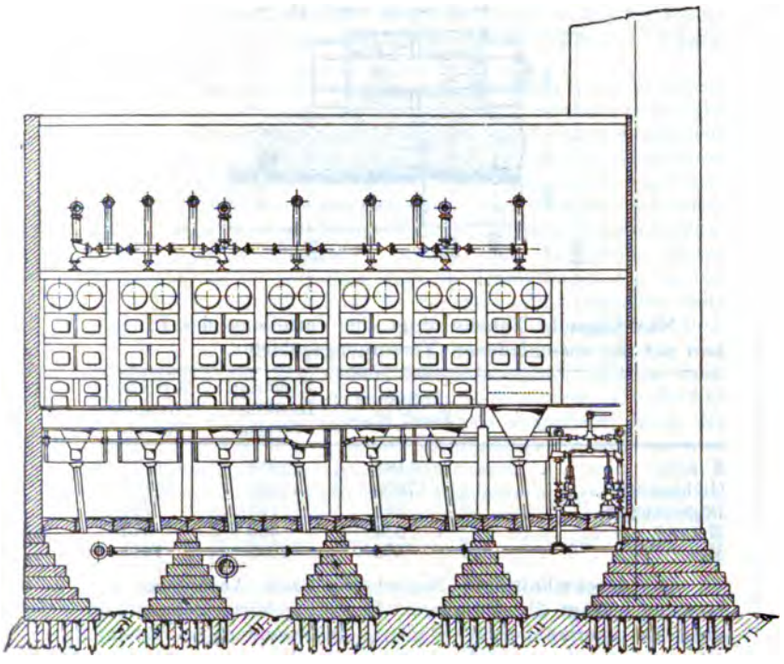


Fig. 9.

Längsschnitt durch das Kesselhaus.
Mafsstab 1 : 300.



762 mm. Die Betriebsspannung beträgt 160 Pfd. = 11,2 kg/qcm, die Geschwindigkeit 125 Min.-Umdr. Garantirt ist ein Dampfverbrauch von 15 Pfd. = 6,8 kg für 1 PS-Std.

Die Steuerung der Maschine erfolgt durch Kolbenschieber bei selbstthätiger Regulirung durch Federregulator in den Kurbelscheiben. Alle Cylinder haben Dampfmäntel, für Kondensation dient ein Wheelerscher Oberflächenkondensator mit unten liegender Luft- und Umlaufpumpe.

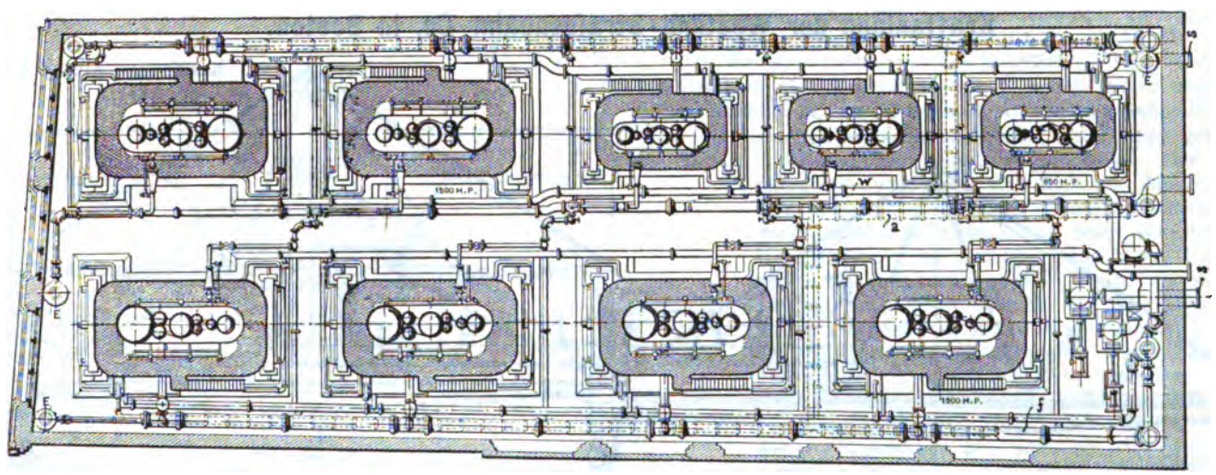
Für die grofsen 1500pferd. Maschinen sind getrennte Luftpumpen in Aussicht genommen, und zwar 2 Verbundmaschinen und 2 Pumpen, wovon eine im Bedarfsfalle für den Betrieb der ganzen Anlage ausreicht.

Die unmittelbar mit 120 Min.-Umdr. angetriebenen Dynamos arbeiten mit 160 V und 1333 A. Die Stromverteilung erfolgt nach dem Dreileitersystem. Die Dynamos haben 14 Aufsenpole und innenliegenden Armaturring. Der Durchmesser der Armatur ist $7^{5}/_{16}'' = 186$ mm, das Gewicht beträgt 10 900 Pfd. = rd. 4900 kg, und das Gesamtgewicht jeder Dynamomaschine 43 300 Pfd. = 19 600 kg. Die Dynamos sind vom Edison-Werk in Schenectady gebaut. Ueber den elektrischen Teil, die Anforderungen der Leitungen, Schaltbretter usw., sind nähere Angaben im Electrical Engineer vom 10. August 1892 enthalten.

Auf die Ausführung der Dampfrohrleitungen wurde wegen der beabsichtigten ungewöhnlich hohen Spannung besondere Sorgfalt verwendet. Quer über jeder Kesselbatterie liegt ein 12zölliges (305 mm) Dampfrohr, welches mit jedem Kessel durch ein 8zölliges (203 mm) Rohr verbunden ist. Letztere sind doppelt abgekrümmt, sodass keine besonderen Ausdehnungsvorrichtungen notwendig sind. Die Absperr-

Fig. 10.

Grundriss des Maschinenhauses.
Mafsstab 1 : 300.



s Kühlwasser-Saugrohr *a* Abflussrohr *f* freier Dampfauspuff *w* Warmwasserabfluss

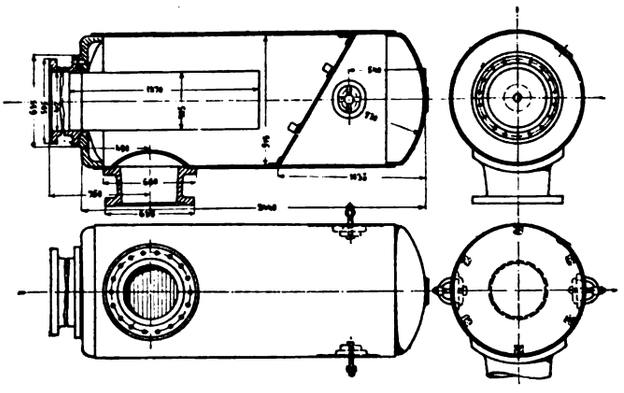
ventile sind so angebracht, dass jede Kesselgruppe mit dem zugehörigen Teile der Hauptleitung abgesperrt werden kann, ohne dass der übrige Betrieb gestört wird. Die drei 12zölligen Hauptleitungen sind unter den Dachbindern durchgeführt. Drei 16zöllige (406 mm) Röhren durchlaufen die ganze Länge des Maschinenraumes. Jede von ihnen ist mit jeder der Antriebsmaschinen verbunden. Jede Maschine wird in der Regel durch 2 Dampfleitungen gespeist. Am Ende jeder Zweigleitung ist ein Wasserabscheider, Fig. 11, angebracht.

Die Einzelheiten der Hauptdampfleitung sind in Fig. 12 u. 13 dargestellt; sie besteht aus starken, gewalzten, schmiedeisernen Röhren mit starken Flanschen; in diese sind die Röhren eingeschraubt und aufserdem umgebogen. Der Aufsenrand der Flansche kann verstemmt werden.

Die Auspuffröhren der Dampfmaschinen führen in den Oberflächenkondensator oder im Bedarfsfalle, wenn ohne Kondensation gearbeitet werden muss, in die freie Luft. In das Auspuffrohr ist ein selbstthätiges Rückschlagventil ein-

Fig. 11.

Wasserabscheider. Mafsstab 1 : 60.

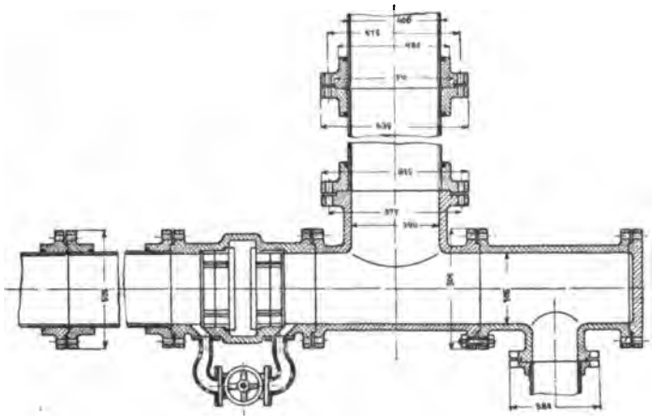


geschaltet, welches bei Störung des Kondensatorbetriebes sofort freien Auspuff gestattet. Die Auspuffröhren sind aus spiralförmig genietetem, verzinntem Blech hergestellt.

Für die Oberflächenkondensation wird das Kühlwasser aus dem Hafen entnommen, und zwar durch eine gusseiserne Leitung von 18″ = 457 mm.

Fig. 12.

Mafsstab 1 : 30.

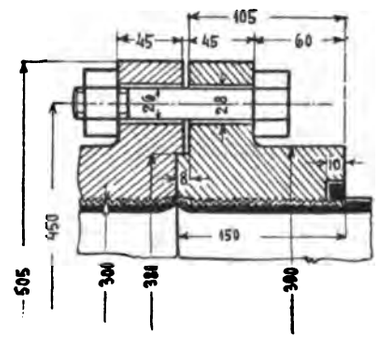


Die Edison-Gesellschaft hat jetzt ein neugelegtes unterirdisches Kabelnetz von ungefähr 50 Meilen = 800 km Länge. Von den früheren Luftleitungen sind nur noch $2^1/_2$ Meilen vorhanden.

Mit der dritten Station zusammen giebt jetzt die Gesellschaft an 3415 Kunden Elektrizität ab. Die Entnahme verteilt sich auf den Betrieb von 1054 Motoren mit 3300 PS, auf 75800 Glühlampen und 550 Bogenlampen.

Fig. 13.

Mafsstab 1 : 5.



Nachfolgende Tabelle zeigt die Verteilung der Produktion auf die verschiedenen Versorgungsgebiete:

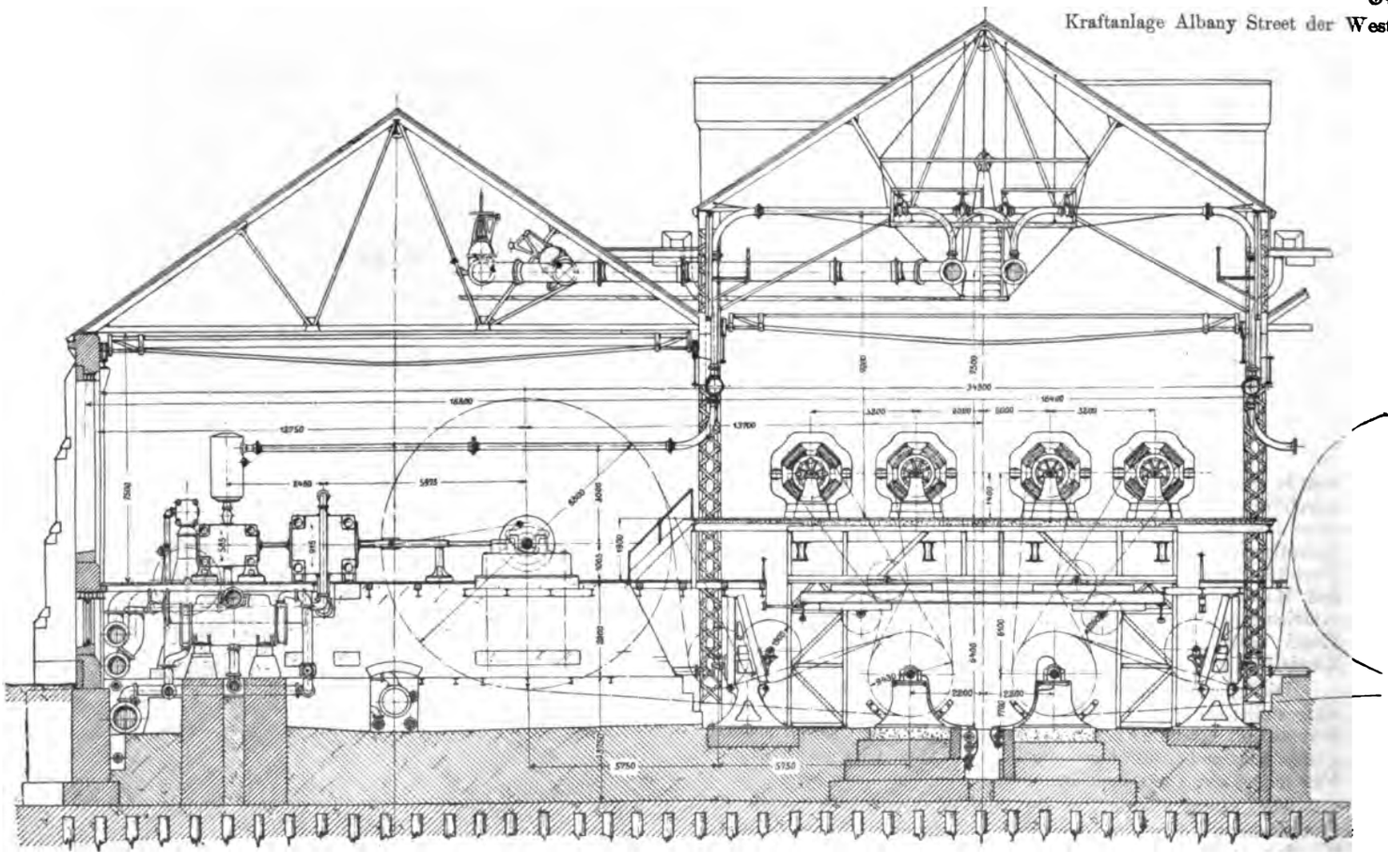
	1. Station Head Place	2. Station Hawkins-Strafse	3. Station Atlantic Avenue
Kunden	1188	1057	1175
Glühlampen	37806	17080	20155
Bogenlampen	268	168	767
Motoren	384	353	345
Motor-PS	880	1005	1445

Die durchschnittliche Betriebszeit bezw. Ausnutzung der Motoren beträgt $2^1/_2$ Stunden. Die oft gehörte Behauptung, dass in amerikanischen Städten, insbesondere in Boston, Hunderttausende von Pferdestärken in Elektromotoren verwendet werden, ist unrichtig; selbst in Boston beschränkt sich der gröfste Teil der Kraftstromlieferung auf Strafsenbahnen. Die gröfste Anlage dieser Art ist im Folgenden beschrieben.

Kraftanlage der Westend-Strafsenbahn-Co. in Boston.

Fig.

Kraftanlage Albany Street der Westend-



Weitaus die bedeutendsten elektrischen Anlagen sind die Zentralstationen der Westend-Strafsenbahn-Co. in Albany Street in Boston und in Cambridge bei Boston. Sie dienen ausschliefslich zum Betrieb der Bostoner elektrischen Strafsenbahn, deren weitverzweigtes Netz über 200 Meilen = 320 km Gleislänge umfasst und einen täglichen Verkehr bis zu 500 Wagen zu bewältigen hat.

Die Bostoner Anlage bestand ursprünglich aus kleineren Tandem-Auspuffmaschinen von McIntosh & Seymour in Auburn (N. Y.). Diese Maschinen sind auch im Zusammenhang mit der seither vergröfserten Anlage noch in Betrieb, sie arbeiten mit 10 Atm. Dampfspannung und 210 Min.-Umdr. und entwickeln je 450 PS, welche durch 2 über einander auf einem Schwungrad laufende Riemen an 2 Thomson-Houston-Dynamos von 500 V abgegeben werden. Die Anordnung dieser Maschinen ist so getroffen, dass die Dampfmaschinen an der einen Seite, das Schaltbrett an der gegenüber liegenden Seite des Gebäudes und die Dynamos dazwischen aufgestellt sind. Aus dem nach dem Schaltbrett zu liegenden Kesselraum sind gegenwärtig die alten Kessel herausgenommen und an ihrer Stelle 5 aus einer älteren Station entnommene 450pferdige Mc Intosh-Maschinen und 10 Dynamos aufgestellt, denen der Dampf nun von dem grofsen Kesselhaus der weiter unten zu besprechenden Neuanlage zugeführt wird.

Nachdem aber diese ältere Maschinenanlage für den gesteigerten Betrieb nicht mehr genügte, wurde eine Neuanlage im grofsen Mafsstabe beschlossen und 1891 zur Hälfte ausgeführt.

Mafsgebend für den Entwurf waren die Forderungen der Betriebssicherheit Da das Werk nur Strom für den Strafsenbahnenbetrieb liefert und Tag und Nacht arbeitet, so mussten genügende Hilfsmittel vorhanden sein, um Stillstände möglichst auszuschliefsen.

Die Neuanlage besteht gegenwärtig aus 6 Dreifach-Verbundmaschinen von je 1600 bis 2000 PS, von der Allis Co. in Milwaukee gebaut, die zu je dreien an den Seiten des 105 m langen und 57 m breiten Maschinenhauses aufgestellt sind. Der Raum in der Mitte dient zur Unterbringung der Dynamos, das Untergeschoss für den Riementrieb.

Fig. 14 zeigt die allgemeine Anordnung der Maschine der Kraftanlage.

Die liegenden Dreifach-Verbundmaschinen sind im Erdgeschoss aufgestellt, das Untergeschoss für die Aufnahme der Kondensation und der verzweigten Rohrleitung frei lassend. 3 solche 1600 bis 2000pferdige Betriebsmaschinen sind neben einander im linken Maschinengebäude, 3 gleiche Maschinen im rechten Maschinenhause aufgestellt, welches sich an das Mittelgebäude mit den Dynamos unmittelbar anschliefst.

Die Kraft der 6 Dampfmaschinen wird durch einen grofsartigen Riementrieb von jeder Maschinenhaushälfte auf eine im Kellergeschoss durchlaufende Zwischenwelle und von dieser durch einen zweiten Riementrieb auf die Dynamos übertragen. Beide Riementriebe sind mit stellbaren Spannrollen versehen.

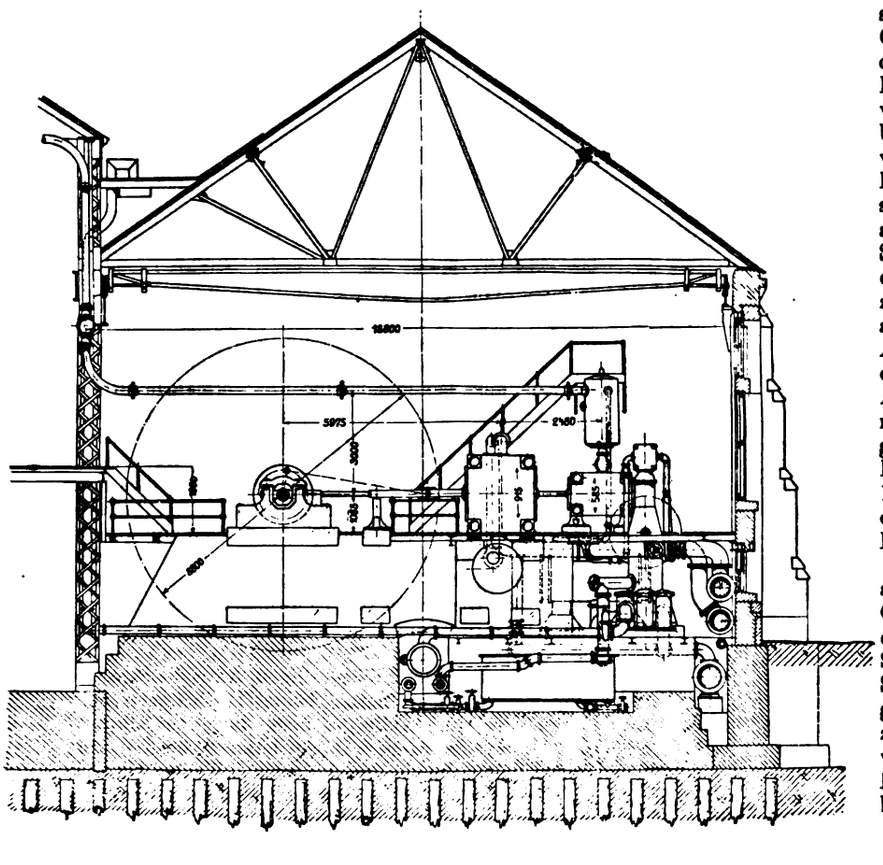
Die Dynamos sind auf Eisengerüsten im Obergeschoss aufgestellt. An beiden Seiten des Mittelgebäudes sind die Schaltbretter angeordnet. Aus Fig. 15 ist die Anordnung des Zwischentriebwerkes und der Maschinenfundamente, aus Fig. 16 die Anordnung der Spannrollen und der Kondensationsrohrleitungen ersichtlich.

Die Cylinder der Dampfmaschinen sind so angeordnet, dass auf der einen Seite hinter einander Hoch- und Mitteldruck-, auf der anderen Seite der Niederdruckcylinder sich befindet. Die Durchmesser sind: Hochdruckcylinder 625 mm, Mitteldruckcylinder 900 mm und Niederdruckcylinder 1800 mm bei 1200 mm gemeinsamem Hub. Die Betriebsgeschwindigkeit ist 70 Min.-Umdr. Die Dampfspannung an der Maschine erreicht 12 Atm. Alle drei Cylinder haben Corliss-Steuerung mit Ausklinkung, die bei Hoch- und Mitteldruckcylinder vom Regulator beherrscht wird. Die Exzenterstangen sind während des Betriebs aushängbar, um bei Unfällen sofort stillhalten zu können. Freilich läuft man dabei Gefahr, die Maschine vollständig zu zerschlagen, zumal die Wasserschlagventile zu klein sind, um die dann auftretende Kompression zu verhüten.

Die Receiver sind unter den Maschinen untergebracht und mit frischem Dampf geheizt, haben jedoch in der ursprünglichen Ausführung zu Anständen Anlass gegeben. Sie bestanden aus schmiedeisernen, in einander gebauten Cylindern mit gusseisernen Böden. Der Heizdampf befindet sich im äufseren Mantelraum. Die durch verschiedene Dampftemperatur bewirkte ungleiche Ausdehnung hatte sehr häufiges Undichtwerden im Gefolge. Der innere Cylinder wurde deshalb herausgenommen und durch eine Rohrspirale ersetzt, durch die der Heizdampf strömt, während der Raum des äufseren Cylinders als Aufnehmerraum benutzt wird. Das 80t schwere Schwungrad von 8,8 m Dmr. und 3 m Breite dient als Doppelriemscheibe; es ist aus 2 Kränzen zusammengeschraubt und jeder Kranz wieder aus 10 Segmenten mit eben so viel getrennten Armen. Sämtliche Schrauben zur Verbindung der Arme mit den Naben und Kränzen sind auf Abscherung beansprucht. Auf dem Schwungrad laufen 2 doppelte Riemen von je 1,35 m Breite, geliefert von der Munson Belting Co. in Chicago. Die Riemen sind aus einzelnen Stücken von je 1250 mm Länge zusammengeleimt, derart, dass eine Lage aus 2 je 725 mm breiten, und eine Lage aus 3 je 450 mm breiten Stücken besteht.

Sämtliche 6 Maschinen der neuen Anlage arbeiten mit Oberflächenkondensatoren von Wheeler. Oberflächenkondensatoren wurden gewählt, da das städtische Wasser zu kostspielig ist und nur Salzwasser in ausgiebiger Menge aus der nahen South Bay zur Verfügung steht, das durch 2 gusseiserne Röhren von je 900 mm Dmr. der Station zugeführt wird. Der tägliche Bedarf an Kühlwasser ist jetzt ungefähr 50 000 cbm. Die Luftpumpen stehender Bauart sind durch direkt gekuppelte stehende Maschinen mit Corliss-Steuerung

14.
Strafsenbahn-Co. in Boston. Mafsstab 1 : 200.



angetrieben, die auch die Zirkulationspumpe und die Speisepumpe antreiben. Diese unabhängigen Luftpumpmaschinen sind hinter den Niederdruckcylindern aufgestellt. Die Pumpen liegen unter Flur. Die Luft- und Speisepumpen sowie die Auspuffrohrleitung der Niederdruckcylinder aller Maschinen sind unter einander durch rings um das Gebäude laufende Röhren verbunden und so reichlich bemessen, dass bei Aufserbetriebsetzung einer Kondensationsmaschine die anderen die Kondensation übernehmen können. Für alle Fälle ist auch Auspuffbetrieb vorgesehen. Diese Leitungen sind aus Gusseisen mit eingeschalteten Ausdehnern von Kupferwellblech hergestellt. Die Auspuffröhren sind für alle Maschinen doppelt ausgeführt; ihre Anordnung zeigen Fig. 14 sowie die Grundrisse Fig. 15 und 16.

Auch die Hauptdampfleitungen sind doppelt auf einer besonderen an der Dachkonstruktion aufgehängten Gallerie angebracht. Das Kesselhaus, 53 m lang, enthält auf jeder Seite 8 Babcock-Wilcox-Kessel für je 280 PS. Auf jedem Kessel sind Wasserabscheider und Sicherheitsrückschlagventile angebracht, welche durch hoch ansteigende Krümmer mit den beiden in der Mitte des Gebäudes liegenden Hauptdampfröhren von 500 mm lichter Weite verbunden sind. Die Absperrventile der Rohrleitung sind vom Kesselflur aus zu bedienen.

Die Aschenabfuhr und der Abzug der Rauchgase sind aus Fig. 17 ersichtlich. Die Rauchgase, welche den Kessel mit etwa 200° C verlassen, werden in den Vorwärmern zur Speisewasservorwärmung bis auf 150° C ausgenutzt und durch

Fig. 15 und 16.

Kraftanlage Albany Street der Westend-Strafsenbahn-Co. in Boston.
Mafstab 1 : 500.

Fig. 15.

Grundriss: Kellergeschoss mit Haupt-Triebwellen.

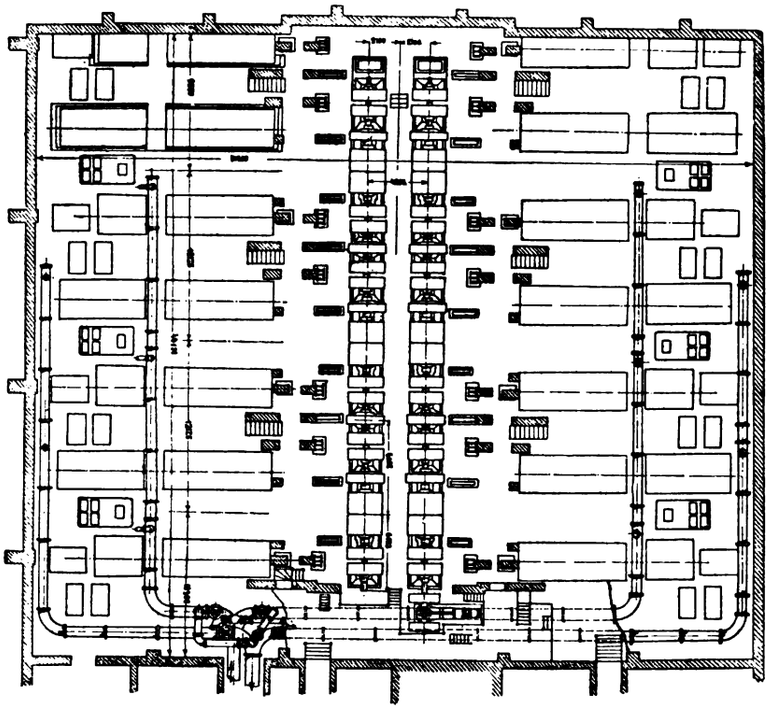
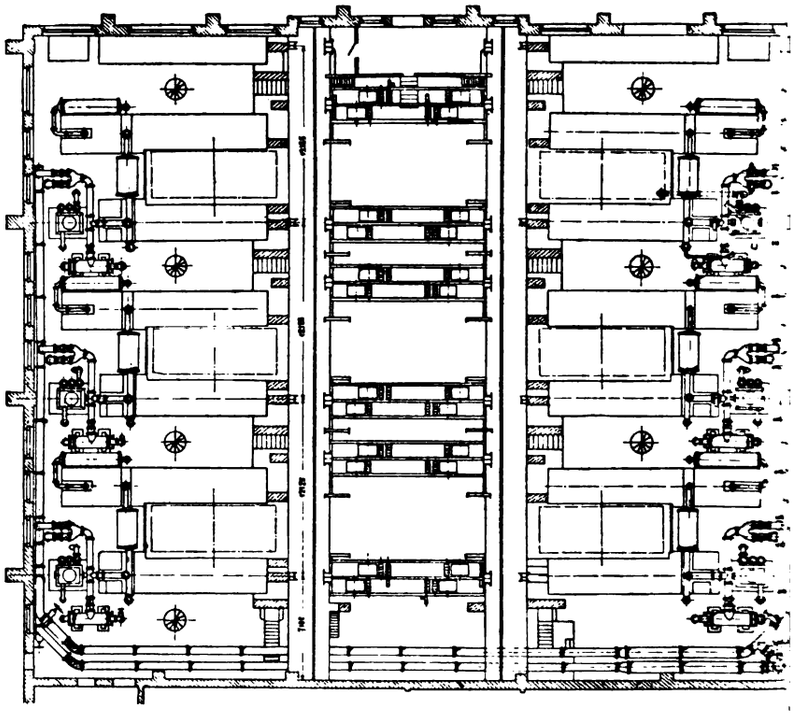


Fig. 16.

Grundriss: Erdgeschoss mit Rohrleitungen.



einen Kamin von 84 m Höhe und 4,75 m Dmr. abgeführt. Die Hauptzüge sind aus Ersparnisrücksichten aus Eisenblech hergestellt und mit Wärmeschutzmasse umhüllt; die Isolirung der Kesselböden, Dampfröhren und Dichtungsflansche mittels Asbestzement ist vorzüglich und sieht gefällig aus. Sämtliche Flansche sind mit einfacher Nietreihe auf die schmiedeisernen Dampfröhren, die Flansche selbst mit doppelter Nietreihe an einander genietet. Expansionsvorrichtungen sind nicht ausgeführt und durch die langen Krümmer umgangen. Die Rohrleitung ist von Riter & Conley in Pittsburg ausgeführt worden und schon für die endgültige Anlage von 12 Dampfmaschinen bemessen, sodass die Vergröfserung einfach durch Hinzufügen der Maschinen erfolgen kann.

Kondenswasserableiter sind bei der ganzen Dampfrohrleitung nicht vorhanden. Die Röhren sind vom Kesselhaus nach den Maschinen zu etwas geneigt, sodass das Wasser dem über dem Absperrventil der Maschine aufgestellten, erst später hinzugefügten Wasserabscheider zuläuft.

Die Speisewasserleitungen sind ebenfalls zweifach ausgeführt, mit der Eigentümlichkeit, dass sämtliche Ueberström-, Absperr- und Umschaltungsventile planmäfsig in einem Raum untergebracht sind, in dem sich auch die Reserve-(Worthington-)Speisepumpe befindet. Die für vermehrte Rohrleitung hierbei aufzuwendenden Kosten machen sich reichlich durch die damit erreichte Betriebssicherheit und Bequemlichkeit bezahlt.

Für die Wahl der Riemenantriebe mit Einschaltung zweier Zwischenwellen war die Möglichkeit ausschlaggebend, vermittels der eingeschalteten Reibungskupplungen mit irgend einer Maschine eine beliebige Dynamo anzutreiben und den mechanischen vom elektrischen Dienst vollständig zu trennen. Die Aufgabe ist vom Elektriker der Unternehmung, H. Peardon, und von H. Hirt, dem Ingenieur der Gesellschaft, gelöst worden.

Das Schwungrad jeder 2000pferdigen Antriebsmaschine ist eine Doppelriemscheibe, deren beide Treibriemen über Spannrollen zu der im Kellergeschoss liegenden Transmissionswelle geführt werden. Diese letztere besteht aus 3 durch Reibungskupplungen verbundenen Teilen von je 12 m Länge, Fig. 18 und 19, und trägt Scheiben von 2,43 m

Fig. 17.

Kraftanlage der Westend-Strafsenbahn-Co. in Boston.

Querschnitt durch das Kesselhaus.
Mafsstab 1 : 200.

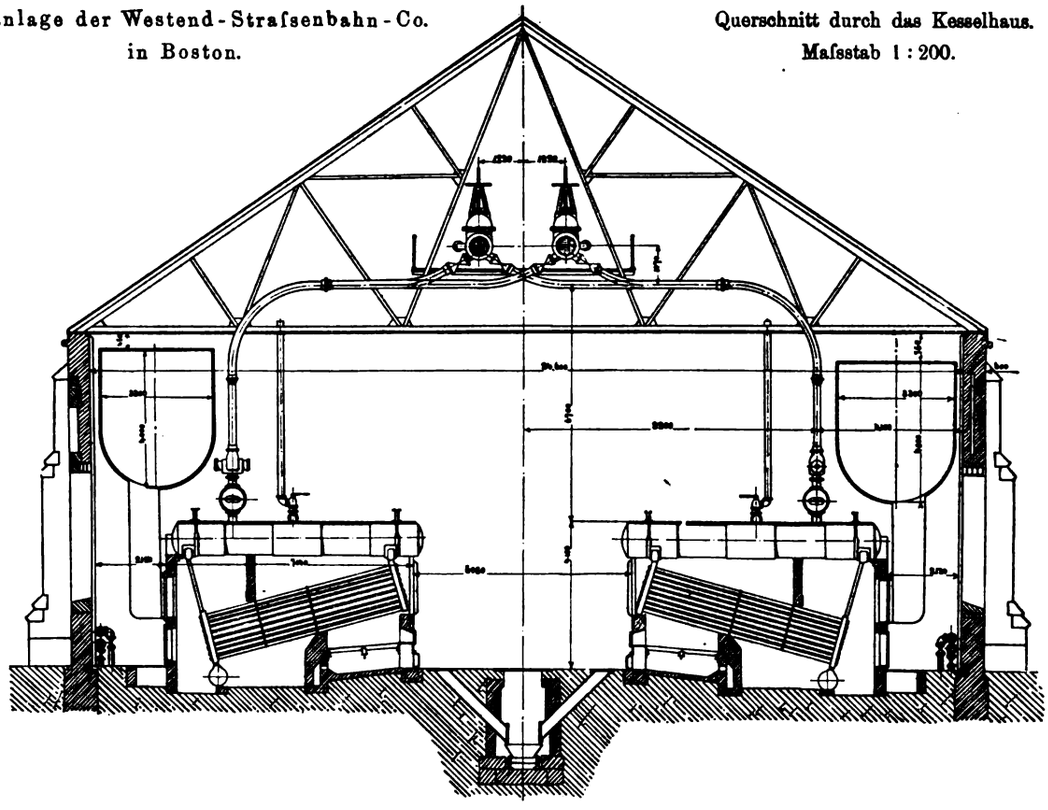
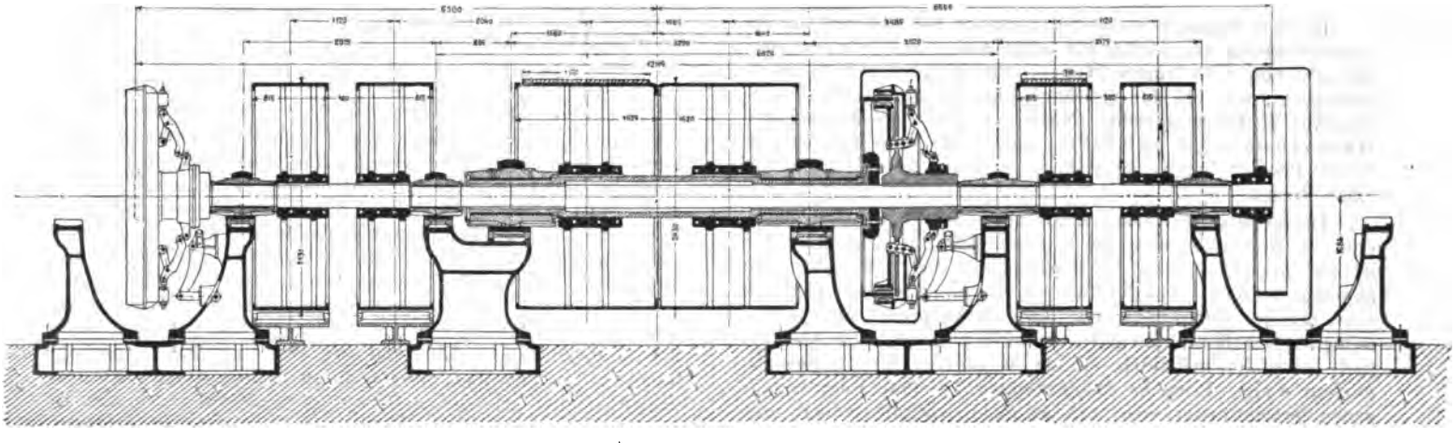


Fig. 18.

Längsschnitt durch die Transmission.
Mafsstab 1 : 75.

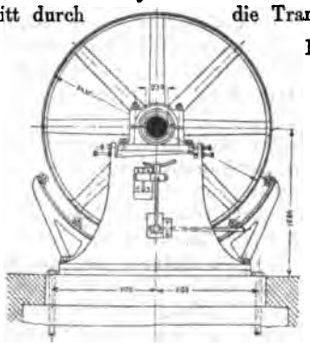


Dmr., von denen aus die Dynamos angetrieben werden, welche auf einer soliden, aus genieteten Kastenträgern gebauten Eisenkonstruktion aufgebaut sind. Bei Berechnung der Träger ist eine Beanspruchung von 300 kg/qcm zu grunde gelegt. Auch die Treibriemen von 800 mm Breite für die Dynamos sind über Spannrollen geführt, die mittels Handrades, Schneckengetriebe und Schrauben während des Betriebes beliebig verstellt und auch festgeklemmt werden können. Die zu beiden Seiten gelagerten Riemscheiben der Dynamos machen 375 Min.-Umdr. und können durch Reibungskupplungen vor jeder Dynamomaschine aus- und eingeschaltet werden.

Die 500 Kilowatt-Dynamos, deren je 4 auf 1 Dampfmaschine kommen, haben 4 Feldmagnete und können bis zu 600 V und 1000 A liefern. Sie sind sämtlich von der Thomson-Houston Co. in Lynn geliefert und sind die

Fig. 19.

Querschnitt durch die Transmission.
Mafsstab 1:75.



gröfsten Generatoren, die je für Strafsenbahnzwecke gebaut worden sind; sie sind 9′ = 2,7 m hoch, 8′ = 2,4 m breit und 16′ = 4,9 m lang mit einem Gesamtgewicht von 35 t.

Die Lager der Transmissionswellen und Dynamos werden mit umlaufendem Wasser gekühlt und beständig durch eine Oelpumpe geschmiert, wobei das durchgelaufene Oel durch Filterung immer wieder gebrauchsfähig gemacht wird. Die Oel- und Wasserleitungsröhren liegen unterhalb der Haupttransmission in einem Fundamentschlitz in der Mitte des Maschinenhauses übersichtlich neben einander; von dort zweigen die Kühl- und Schmierröhren und die Rücklaufröhren ab.

Die Lager sind sehr breit gehalten und kugelförmig ausgebildet, sodass sie kleine Verschiebungen zulassen. Die Anlage der Transmissionen ist mit vieler Sorgfalt ausgeführt, um Störungen zu verhüten, und in der That sind solche auch bei dem einjährigen Betrieb bisher noch nicht vorgekommen.

Gegenwärtig sind 24 Dynamos und 6 Dampfmaschinen von je 2000 PS aufgestellt. Eine Vergrösserung der Anlage auf das Doppelte ist geplant.

Sämtliche Bauten mussten auf Pfahlrosten ausgeführt werden, da in Boston das Gelände in der nächsten Nähe des Hafens sumpfig ist.

Die Kraftstation reicht für den gegenwärtigen Betrieb der Strafsenbahnen gerade aus. In den Abendstunden zwischen 5 und 7 Uhr ist der Betrieb am stärksten; es arbeiten dann 5 grofse 1600 pferdige und 4 von den älteren Mc Intosh-Maschinen, welche zusammen 10000 A erzeugen. Morgens zwischen 2 und 4 Uhr, zur Zeit des schwächsten Betriebes, genügen 2 grofse Maschinen.

Eine kleinere Station, derselben Gesellschaft und zu demselben Betriebe gehörig, befindet sich in Cambridge. Es sind dort 2 grofse 1600 pferdige Dreifach-Expansionsmaschinen von der besprochenen Bauart und eine 750 pferdige Maschine der Allis Co. im Betrieb, welche die Thomson-Houston-Dynamos genau in derselben Weise wie in der Westend-Station antreiben. Die Aufstellung der Maschinen, Transmission und Dynamos stimmt vollständig mit der vorhin beschriebenen überein, mit dem Unterschied, dass die Maschinen nur auf der einen Seite des Gebäudes untergebracht sind und die Receiver über den Cylindern liegen.

Es sind demnach in Boston lediglich für den Betrieb der Strafsenbahnen rd. 17000 PS aufgestellt; diese dienen zum Betrieb von 850 langen Wagen, deren jeder 31 bis 33 A verbraucht, was bei der gebräuchlichen Spannung von 500 V ungefähr 25 PS entspricht. Nach dem geplanten Ausbau der Westendstation auf 26000 PS werden für den Bahnbetrieb 31000 PS zur Verfügung stehen, genügend zum Betrieb von 1500 Wagen.

Die eben beschriebene Kraftanlage der Westend-Strafsenbahn in Boston ist eine der bedeutendsten in Amerika. Sie ist auf grund der seit 1885 gemachten Betriebserfahrungen angelegt worden. Die Kraftanlage ist nicht unter dem durch eine bereits vorhandene alte und verkrüppelte Maschinenanlage geschaffenen Zwang, sondern planmäfsig ausgeführt und jedenfalls gründlich studirt worden. Gerade deshalb dürften einige kritische Bemerkungen zu dem Vorangegangenen gerechtfertigt sein, um so mehr, als die Anlage erst vor 2 Jahren geplant und erst seit einem Jahre im Betrieb ist, daher jedenfalls als Muster einer amerikanischen Neuanlage gelten kann.

Die kritische Vergleichung ergiebt, dass wir keinen Anlass haben, die wesentlichen Eigentümlichkeiten dieser an sich grofsartigen elektrischen Anlage nachzuahmen, dass wir vielmehr allen Grund haben, ihnen möglichst weit aus dem Wege zu gehen.

Meiner Ansicht nach sind folgende Einzelheiten verfehlt:

Für den Strafsenbahnbetrieb, besonders bei den Bostoner Verhältnissen, war von vornherein ein ununterbrochener Dauerbetrieb mit fast der halben Maschinenanlage und starkes Steigerungsbedürfnis während 4 bis 5 Stunden täglich anzunehmen. Für solchen Betrieb ist die Kesselanlage unzureichend. Die Dampfökonomie erlangt bei derartigem Dauerbetrieb wesentlichen Einfluss, und bei der ungenügenden Heizfläche, der Verwendung von Wasserröhrenkesseln und ihrer übermäfsigen Anstrengung ist schlechte Dampfbeschaffenheit die selbstverständliche Folge. Der nasse Dampf hat denn auch wiederholt Schwierigkeiten veranlasst.

Vor allem aber ist die Art des Betriebes nicht nachahmenswert. Es ist bekannt, dass die Amerikaner im Riementrieb Grofsartiges leisten, und der Riementrieb dieser Kraftstation ist hierfür ein hervorragendes Beispiel. Welchen Sinn es aber haben soll, solchen, wenn auch grofsartigen Zwischentrieb nur der konstruktiven Liebhaberei wegen zu verwenden, ohne dass für die Gesamtanlage und deren Betrieb irgend ein Vorteil erwächst, ist nicht erfindlich. Ich hatte Gelegenheit, einen Kostenanschlag für eine gleiche Kraftstation zu sehen und zu prüfen; nach diesem Entwurf konnten mit den kostspieligsten stehenden Dreifach-Verbundmaschinen und den gleichfalls kostspieligeren, unmittelbar angetriebenen Dynamos, also nach europäischem Vorbild, und bei nur 100 minutlichen Umdrehungen die Anlagekosten der Kraftstation insgesamt auf nur $^3/_4$ der Kosten der Bostoner Anlage und die erforderliche Grundfläche auf nur $^1/_2$ der hier verbauten Fläche vermindert werden. Dabei fällt der Riementrieb mit seinen Kosten und Gefahren ganz weg; die stehenden Dreifach-Verbundmaschinen sind zudem vollkommenere Maschinen als die in Boston verwendeten liegenden, und vor allem ist die geforderte Betriebssicherheit bei solcher vereinfachten Ausführung eine ungleich höhere, wozu aufserdem der für ununterbrochenen Betrieb nicht geringe Vorteil hinzukommt, dass er sparsamer ist und viel geringere Reparaturen erfordert.

Die vermeintlichen Vorteile des Riementriebes in Verbindung mit so angeordneten Reibungskupplungen, dass jede Dampfmaschine jede Dynamo antreibt und hierdurch der Betrieb sichergestellt werden soll, bestehen nur in der Einbildung. Denn die viel einfacheren und sicheren direkt treibenden Maschinen bedürfen bei mäfsigerer Umdrehungszahl solcher Vorsicht nicht, und selbst wenn man letztere für unerlässlich hält, lässt sich durch kleinere Maschineneinheit eine viel weitgehendere Betriebssicherheit erzielen als durch die verwickelten Riementriebe und ihre Ausschaltungen.

Reibungskupplungen für so grofse Kraft wie im vorliegenden Falle sind aufserdem ein höchst unsicheres Element. Es liegt in ihnen bei Uebertragung grofser Kräfte nicht diejenige Sicherheit, welche wir von Hauptteilen einer Anlage fordern. Die ausgedehnte Verwendung von Haupttransmissionswellen und Reibungskupplungen bildet ein charakteristisches Element der meisten amerikanischen Elektrizitätsanlagen, welche in den letzten 3 bis 4 Jahren gebaut wurden.

Ein besonders bezeichnendes Beispiel dieser Art, welches hier für den Vergleich herangezogen werden kann, ist die Narragansett-Lichtanlage in Providence, R. I., veröffentlicht in Z. 1891 S. 660. Dort ist, ähnlich wie bei der Westend-Strafsenbahn, eine Hauptzwischenwelle mit Kupplung angelegt, um jede Dynamo unabhängig betreiben zu können, und dies giebt eine solche Verwicklung, dass eine Anordnung solcher Art bei uns überhaupt nicht als betriebssicher zugelassen werden würde. Bei dieser Narragansett-Anlage ist in 2 Betriebsjahren die Mehrzahl der Hillschen Reibungskupplungen gebrochen und musste durch andere ersetzt werden, welche ähnlich wie die in Boston verwendeten und in Fig. 18 dargestellten den Reibungskranz von beiden Seiten erfassen. Die Narragansett-Anlage in Providence ist in diesem Jahre bedeutend vergrösert worden, und es ist bezeichnend, dass hierbei mit dem bisherigen System gebrochen und nur direkt von den liegenden Dampfmaschinen angetriebene Dynamos aufgestellt worden sind.

Es gehört erfahrungsgemäfs zu den übertriebenen und ganz zwecklosen Forderungen der Elektrotechniker, dass jeder Motor jeden Generator betreiben müsse. Dies führt immer zu verwickelten und betriebsgefährlichen Anlagen, während die wirkliche Sicherheit nur in der Vereinfachung des Betriebes und in der Einhaltung mäfsiger Umlaufsgeschwindigkeit liegt.

In gleicher Weise gehört zu den unberechtigten und in vielen Fällen zwecklosen Forderungen: dass alle Rohrleitungen von Elektrizitätsanlagen doppelt ausgeführt sein müssen. Dies führt erfahrungsgemäfs zu unzweckmäfsigen Anordnungen,

und die Bostoner Westend-Anlage liefert auch hierzu einen bezeichnenden Beleg. Auch hier sind alle Rohrleitungen der vermeintlichen Betriebssicherheit wegen doppelt ausgeführt. Es liegen zwei Rohrleitungen oben in den Dachbindern aufgehängt, und unnützer Weise hat jedes Rohr den für den gesamten Betrieb erforderlichen Querschnitt, was nur zu Verlusten und Schwierigkeiten führt. Dabei sind aber die langen Abzweigungsröhren vom Hauptdampfrohr abwärts zu den Hochdruckdampfcylindern der Maschine doch nur einfach ausgeführt; gerade an diesen Leitungen aber sind bei sehr mangelhaften Ausdehnungsvorrichtungen und nassem Dampf die meisten Störungen zu befürchten und auch thatsächlich schon eingetreten.

Noch schlimmer ist die Röhrenanordnung im Untergeschoss, wo die Dampfauspuffröhren und Verbindungen mit dem Kondensator und den Kühlwasserröhren doppelt ausgeführt sind; dort giebt es haarsträubende Rohrverbindungen. Die Röhren sind wahrscheinlich von einem Elektrotechniker so wie die Kabel am Schaltbrett angeordnet, und der Ausführung ist nicht genügende Sorgfalt zugewendet worden. Es kommen dort Rohrkreuzungen vor, welche richtige Anschlüsse und Verbindungen nicht zulassen, und schon aus den Skizzen Fig. 15, 16 und 18 sind die Unvollkommenheiten erkenntlich.

Ich würde solche Kritik nicht üben, wenn sich dies und Aehnliches nicht bei fast allen Kraftanlagen wiederholte und wenn die Bostoner Anlage nicht in sonstiger Beziehung eine sehr hervorragende und planmäſsig angelegte wäre. Es zeigt sich aber auch hier wieder, dass aus vermeintlichen kleinlichen Betriebsrücksichten nur Komplikationen geschaffen werden, während den unerlässlichen und zwingenden Forderungen des praktischen Betriebes nur durch die Einfachheit der Anlage entsprochen wird. Dies würde auch in Amerika am besten durch die Verwendung direkt angetriebener Maschinen geschehen, und es ist anzunehmen, dass die zwar maschinentechnisch hochinteressanten Kraftanlagen mit Zwischentriebwerk, von welchen die Bostoner ein hervorragendes Beispiel ist, auch in Amerika in Kürze ganz verschwinden und einfacheren weichen werden.

A. Riedler.

Die Kraftanlage der Arc Light Co. in Chicago.

Fig. 22 zeigt den Grundriss dieser, jetzt der Edison Co. gehörigen alten, wenig planmäfsig gebauten Anlage, Fig. 20 den Querschnitt durch das Maschinenhaus und Fig. 21 den Querschnitt durch das Kesselhaus.

Die liegenden Tandem-Verbundmaschinen treiben nach oben vermittels Seile eine Zwischenwelle mit Reibungskupplungen, von welcher aus der Riementrieb auf die Thomson-Houston-Dynamomaschinen nach abwärts geht.

Fig. 20.

Querschnitt durch das Maschinenhaus.
Mafsstab 1 : 240.

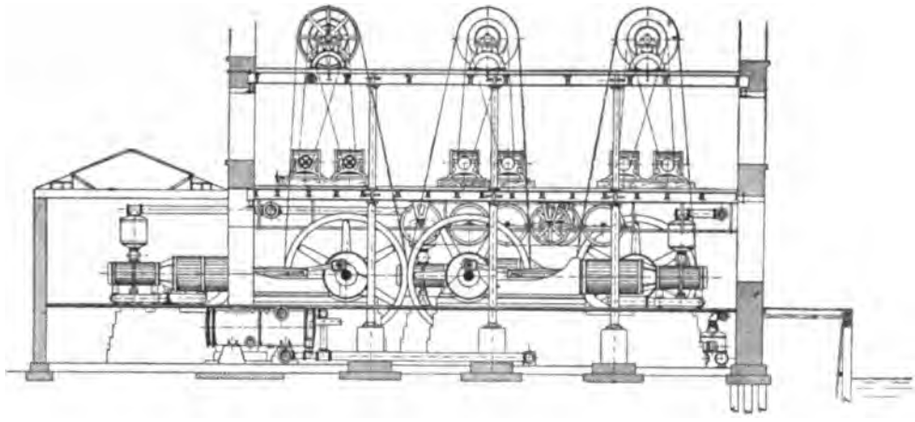
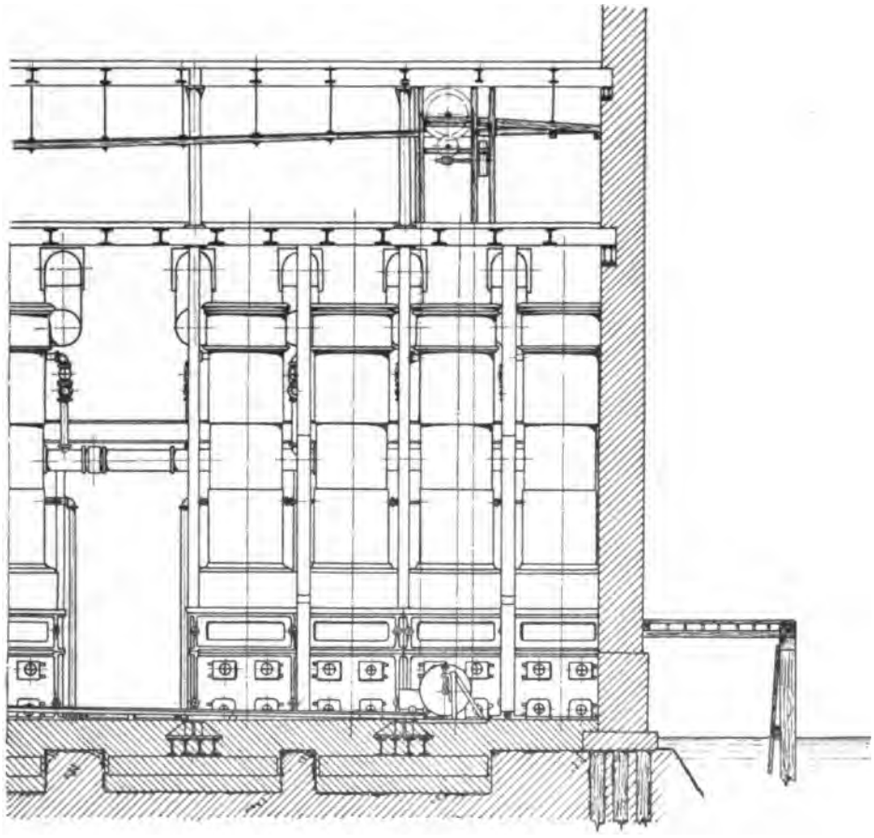


Fig. 21.

Querschnitt durch das Kesselhaus mit Manning-Kesseln.
Mafsstab 1 : 140.



Die Anlage liegt unmittelbar am Fluss an der Ecke der Washington-Strafse und versorgt ungefähr 2500 Bogenlampen, 1800 Glühlampen und Motoren von zusammen 500 PS. Es sind gegenwärtig vorhanden: 1 Maschine von 600 PS (140 Min.-Umdr.), 3 von 500 PS (135 Min.-Umdr.) und 1 kleine Maschine von 25 PS, die für den Betrieb von

Mitternacht bis 6½ Uhr morgens dient. Die Maschinen liegen im Erdgeschoss, sind schwerfälliger Bauart und von den Williams Engineering Works in Biloid, Wis., ausgeführt.

Sämtliche Lager der Maschinen werden mit Wasser gekühlt, um an Schmiermaterial zu sparen. Das Flusswasser wird zur Oberflächenkondensation benutzt. Alle Maschinen

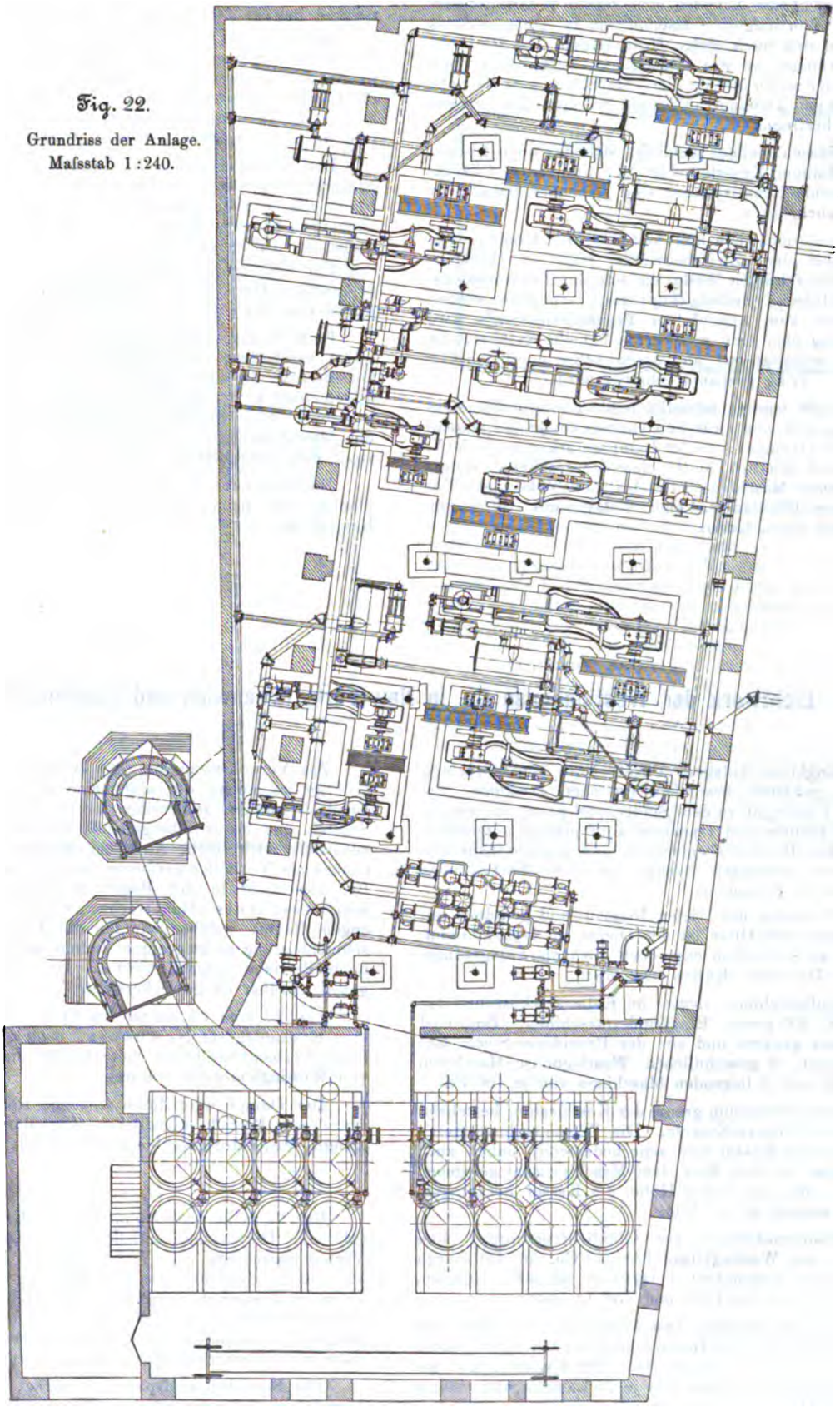


Fig. 22.
Grundriss der Anlage.
Mafsstab 1:240.

haben eigenen Kondensator, bis auf zwei 500pferdige Maschinen, die an einen gemeinsamen Kondensator angeschlossen sind. Fig. 22 zeigt die zugehörige verwickelte Rohrleitung.

Im Maschinenhause befinden sich ferner 2 Zirkulationspumpen und 2 Worthington-Speisepumpen, im Untergeschoss die Luftpumpen und noch einige Hilfspumpen. Es ist beabsichtigt, die Anlage, so wie skizzirt, zu vergrößern, und zwar soll eine der neuen 500pferdigen Maschinen zum Betriebe einer 250 pferdigen Dynamo aufgestellt werden, die nur zur Kraftlieferung bestimmt ist.

An das Maschinenhaus schliefst sich das enge Kesselhaus mit 10 Manning-Kesseln, Fig. 21, und einem Climax-Kessel an. Beide Kesselsysteme sind stehender Bauart mit senkrechten Rauchröhren.

Die Transmissionswelle läuft mit 278 Min.-Umdr. Jede Riemscheibe auf den Zwischenwellen treibt 2 Dynamos und sitzt auf einer hohlen Welle, die mit der Transmissionswelle durch Hillsche Reibungskupplung verbunden werden kann. Das Seil zum Antrieb der Transmissionswelle wird behufs Spannung über eine wagerechte Scheibe geführt, die an der Decke befestigt ist, und deren Achse durch ein Gewicht von etwa 12 kg gespannt erhalten wird.

Für Bogenlicht werden schnelllaufende Thomson-Houston-Maschinen verwandt, und zwar 12 Dynamos von je 35 Lampenstärken und 40 Dynamos von 50 Lampenstärken zu je 50 V. Die Lampen sind sämtlich hinter einander geschaltet, sodass die Spannung der Maschinen 1750 bis 2500 V beträgt. Für den Betrieb der Glühlampen sind 2 Dynamos vorhanden, welche erst $1^1/_2$ Jahre laufen.

Der Betrieb der Kraftversorgung wird von 5 Dynamomaschinen, einer Maschine von 100 PS und 4 von je 80 PS, geleistet. Eine neue Dynamomaschine von 250 PS gelangt nächstens zur Aufstellung. Im ganzen sind im Maschinensaal 65 Dynamos vorhanden. Die Spannung für die Kraftübertragung beträgt 500 V, für die Glühlampen 225 V.

Der Preis für eine Bogenlampe von etwa 2000 Kerzen bei 10 A Stromverbrauch beträgt für die Zeit von Anbruch der Dunkelheit bis Mitternacht 50 Cents = 2 ℳ; für Lampen, die auch den Tag über brennen, nur 70 Cents = 2,80 ℳ. In diesen Preisen ist das Auswechseln der Kohlen, das von der Gesellschaft besorgt wird, inbegriffen.

Der Stromverbrauch der Bogenlampen wird nicht nach Elektrizitätsmessern, sondern für Lampe und Tag berechnet. In einzelnen Fällen wird der Stromverbrauch der Lampe auch nach Stunden berechnet und 7 Cents = 28 Pfg. für die Stunde in Ansatz gebracht.

Für Glühlampen wird ungefähr 1 Cent für die Stunde berechnet. Der Strom wird gemessen und zum Einheitspreise von 10 Cents für 1000 Watt verkauft.

Beim Bezug von Kraft müssen die Kunden die Motoren selbst beschaffen; sie beziehen sie aber gewöhnlich von der Gesellschaft, die dann Thomson-Houston-Motoren liefert. Im allgemeinen liefert die Gesellschaft aber nur den Strom und berechnet ihn, wie bei den Glühlampen, nach der Angabe der Messapparate mit 10 Cents für 1000 Watt. 1 PS-Std. stellt sich einschliefslich Verluste auf etwa 9 Cents.

Nachfolgendes ist ein anderes Beispiel der vielen älteren, planlos nur nach augenblicklichem Bedürfnis angelegten Kraftwerke.

Lichtwerk der Westinghouse Co. in New York, Greenwich und Vandam Str.

Die Westinghouse-Anlagen in New York sind durchweg sehr schlecht gehalten, besonders die oben erwähnte, die übrigens damit sehr gut zu dem Stadtviertel passt, in dem sie liegt. Die Maschinen und Dynamos sind planlos aufgestellt, wie es eben dem Bedürfnis entsprach, und machen mehr den Eindruck einer vorläufigen Anlage als eines Werkes, das schon 4 Jahre im Betrieb ist.

Gefährlich wegen der vielen Riemen und geradezu unerträglich wegen der Hitze ist der Dienst im Dynamoraum, der, obgleich an sich schon eng, doch noch als Ablagerungsort von alten Dynamos, Kasten usw. dient.

Die Dampfmaschinen liegen im Kellergeschoss und bestehen aus 2 500 pferd. Eincylindermaschinen, Improved Greene Engines genannt und von der Providence Steam Engine Co. gebaut, 2 gewöhnlichen Westinghouse-Maschinen von je 300 PS und 2 liegenden Maschinen von je 100 PS.

An den Maschinenraum grenzt der Kesselraum, bestehend aus 6 stehenden Climax-Kesseln. Die Wärmeverluste durch diese freistehenden Kessel sind sehr bedeutend, daher auch die grofse Hitze in dem über dem Maschinensaal gelegenen Dynamoraum, bis zu dessen Höhe die Kessel heranragen. Die Dampfspannung ist 10 Atm.

Die Dynamomaschinen zur Glühlichtversorgung sind sämtlich von der Westinghouse Electric Co. in Pittsburgh gebaut. Es sind vorhanden: 1 Dynamo für 4000 Lampen, 1 für 3000 und je 2 für 1500 und 750 Lampen.

Diese Dynamos speisen etwa 12500 Lampen. Die von der Station versorgten 750 Bogenlichter werden von 12 alten Dynamos von je 50, 3 neuen von der Excelsior Co. gelieferten Holzhausen-Dynamos von je 35 Lampen und einigen alten Gramme-Maschinen gespeist.

Zur Vervollständigung der Beispiele über Kraftanlagen erübrigt es noch, die allgemeine Anordnung der hier im Lande besonders zahlreichen kleinen Anlagen in kleinen Städten und für vorübergehende Zwecke zu skizziren, insbesondere auch solche Anlagen, welche zu Beginn des Betriebes als Vorläufer gröfserer Anlagen angewendet werden. Bei diesen ist in der Regel die gröfste Einfachheit und Raumersparnis Hauptsache, sodass Anlagen in ganz engem Raum, welchen wir für die Aufnahme gröfserer Maschinenleistung nicht geeignet halten würden, für ganz bedeutende Betriebe benutzt werden. Die nachfolgenden Skizzen geben hierüber einige Uebersicht.

Fig. 23 und 24 zeigen im Querschnitt und Grundriss eine Kraftanlage in Newhaven, bestehend aus 6 Westinghouse-Verbundmaschinen von 160 PS und direktem Betrieb von Westinghouse-Generatoren.

Der Dampf wird durch stehende Röhrenkessel geliefert, für deren Betrieb künstlicher Zug durch eine besondere 2pferd. Ventilatormaschine erzeugt wird.

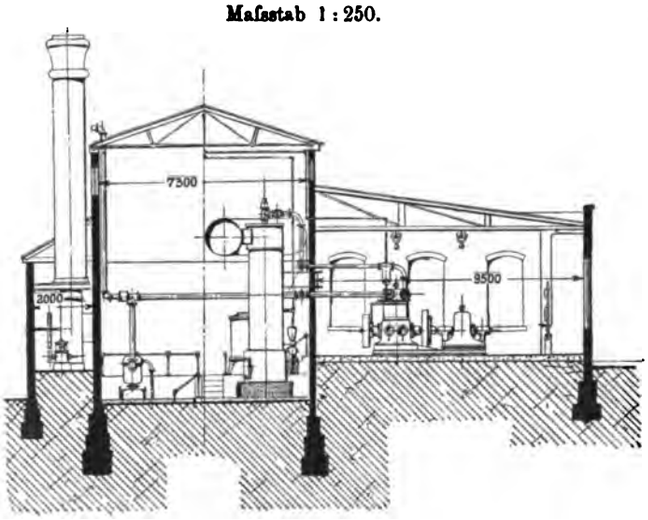
Fig. 25 zeigt den Grundriss einer Kraftanlage in Sacco (Maine). Die Anlage enthält zwei stehende Westinghouse-Verbundmaschinen von je 130 PS mit Dampfcylindern von 12″ und 20″ (305 mm und 508 mm) bei 12″ = 305 Hub und einfacher Riemenübersetzung auf die Generatoren. Die Entfernung beträgt 5,5 m. Motor und Generatoren sind schräg aufgestellt, um den Raum auszunutzen und die Maschinen im Falle von Auswechslungen zugänglich zu halten.

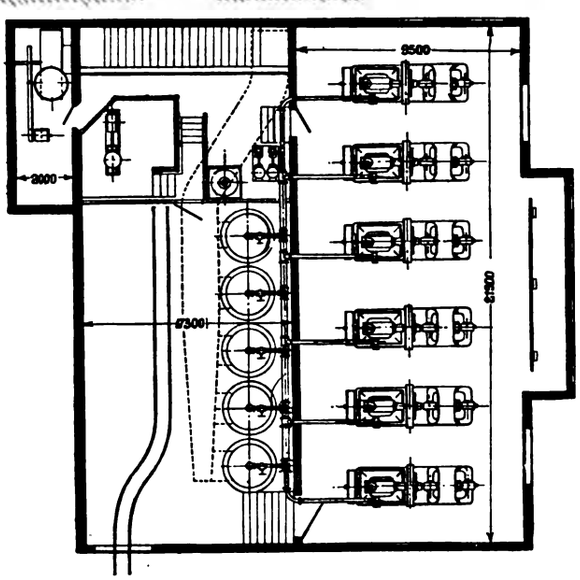
Die Betriebsdampfspannung beträgt 9 Atm. Der Dampfkesselraum hat 6,7 m Weite, 10,4 m Tiefe und enthält jetzt

Fig. 23 und 24.

Kraftanlage in Newhaven.

Mafsstab 1 : 250.





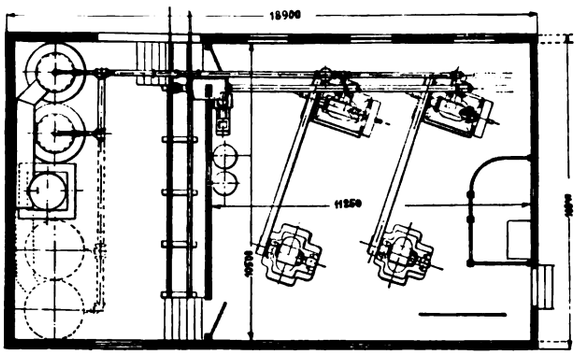
zwei stehende Manning-Kessel von 1,2 m Dmr., 7 m Höhe und je 102 qm Heizfläche, entsprechend ungefähr 1 qm für 1 PS. Schornstein und Kesselraum sind für die Aufnahme zweier weiterer Kessel vorgesehen.

Fig. 25.

Kraftanlage in Sacco.

Grundriss des Maschinenhauses.

Mafsstab 1 : 250



Die Lichtanlage in Fort Wayne besitzt 4 Turbinen zu je 280 PS (Gefälle 5,2 m, Umdrehungszahl 125 i. d. Min.), welche mittels Seiltriebes auf eine Haupttransmissionswelle wirken. Mit letzterer kann eine 500 pferd. Dampfmaschine gekuppelt werden. Von der Transmissionswelle werden etwa 12 Dynamomaschinen älterer Konstruktion angetrieben, darunter eine für die elektrische Strafsenbahn auf Lake Side. Die Spannung beträgt 55 V für elektrisches Licht und 500 für die Strafsenbahn.

5 Dampfkessel zu 100 PS werden mit Naturgas geheizt. Der starke Winterbedarf an Gas, welches in der Stadt für Hauszwecke allgemein verwendet wird, bedingt, dass zeitweilig die Gasfeuerung unterbrochen wird; es ist deshalb stets ein genügend grofser Kohlenvorrat vorhanden.

Der Preis des Naturgases ist 15 Cents für 1000 Gallonen (17 Pfg. für 1000 ltr.), während das künstliche Gas ungefähr 1½ $ kostet. Das Naturgas wird aus einer Entfernung von ungefähr 50 km nach Fort Wayne geleitet und in allen Haushaltungen der Stadt verwandt, sowohl für Beleuchtung der Wohnräume als auch für die Küche. A. Riedler.

Die Dampfverteilungsanlage in New York.

Die in New York seit etwa 10 Jahren bestehende Anlage zur Verteilung von Dampf für Kraft- und Heizungszwecke ist bei uns wiederholt als ganz ungeeignet, ja geradezu zweckwidrig bezeichnet worden. Von vornherein ist klar, dass, trotz der Einfachheit gewöhnlicher und selbst langer Dampfleitungen, bei Fernleitungen durch die Wärmeverluste und die Kondensation des Dampfes, besonders bei höherer Spannung, grofse technische Schwierigkeiten entstehen; für die Verteilung auf grofse Entfernungen ist der Dampf jedenfalls sehr ungeeignet und von allen bekannten Kraftmitteln am schwierigsten zu behandeln.

Dennoch wäre es ganz verkehrt, deshalb die New Yorker Anlage als verfehlt zu betrachten. Die Verhältnisse sind hier von den unsrigen so durchaus verschieden und im allgemeinen gerade für die Kraft- und Wärmeverteilung durch Dampf so vorteilhaft, dass bei richtiger Ausführung solche Anlage lebensfähig sein kann. Es handelt sich hier, bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen, nicht um eine Verteilung in einem sehr weit verzweigten Netze, auch nicht um die Uebertragung auf sehr grofse Entfernungen; etwa $1^1/_2$ km kann als die gröfste erforderliche Entfernung von der Zentralstation eingehalten werden. Die grofsen Geschäftshäuser, welche die Hauptabnehmer bilden, sind in Entfernungen von kaum $^3/_4$ km mit Wärme und Kraft zu versorgen, denn ähnlich wie in Chicago konzentrirt sich das gewaltige Geschäftsleben auf eine kleine Fläche, den engen unteren Teil der Stadt.

Der Verbrauch für Kraft und Wärme ist dort verhältnismäfsig aufserordentlich hoch. Wie in Chicago finden sich öffentliche und Geschäftshäuser, z. B. Post Office, Mills Building, Equitable Building, Western Union Telegraph Company und in neuester Zeit Hotels usw., deren jedes hunderte, ja tausende von Pferdestärken für Kraft und Heizzwecke benötigt. In den meisten grofsen Gebäuden überschreitet der Bedarf 1000 PS. Auch sind in New York die Fundirungs- und Bauverhältnisse wegen des felsigen Untergrundes derart, dass eine richtige Entwicklung guter Dampfkesselanlagen in den Untergeschossen der Gebäude schwer möglich ist; getrennte Dampfkesselanlagen aufserhalb der Gebäude sind wegen der Kostspieligkeit des Baugrundes überhaupt unmöglich. Damit ist für eine zentrale Kraft- und Wärmelieferung und mit Rücksicht auf die vorhandenen zahlreichen Dampfmaschinen und Dampfheizanlagen von vornherein ein sehr günstiger Boden geschaffen. Schon der Wegfall des Kesselbetriebes und die Ersparnis an Maschinenpersonal sind ein Vorteil von entscheidender Bedeutung.

Da die örtlichen Verhältnisse lange Leitungen nicht erfordern und die Verteilung sich auf eine verhältnismäfsig geringe Zahl grofser Abnehmer beschränkt, so können die Verluste durch Kondensation und Undichtheit auf ein geringes, erträgliches Mafs beschränkt werden. Zudem sind die Verluste durch die eigentliche Dampfleitung bei normalem Betriebe überhaupt nur sehr gering und überschreiten durchschnittlich nicht 5 pCt der gesamten Energie. Die Verluste werden erst bei unrichtiger Ausführung, durch die Nebenverluste der Anschlussleitungen und bei schwachem Betrieb sehr empfindlich. So ungünstig also die Eigenschaften des Dampfes für die Verteilung auf grofse Entfernungen sind, so günstig liegen in New York und anderen amerikanischen Städten die örtlichen Verhältnisse für die Ausnutzung dieses Kraftmittels.

Die New Yorker Anlage ist seit 10 Jahren in Betrieb, bisher aber nicht recht lebensfähig gewesen und hat auch im grofsen Stil bisher in amerikanischen Städten wenig Nachahmung gefunden, obschon die Verhältnisse in anderen Städten ganz ähnlich liegen. Die Anlage wurde aber bisher unverändert aufrecht erhalten, und in neuerer Zeit haben sich selbst einige grofse Gebäude ausschliefslich auf die Dampflieferung von dieser Zentralstelle aus eingerichtet und die Aufstellung eigener Kessel unterlassen. In anderen Fällen hat man Neuanlagen an die Dampfleitung angeschlossen, trotzdem die Kesselanlagen innerhalb der zu versorgenden Gebäude ausgeführt waren, angeblich um auf die Preisforderung nachdrücklich einwirken zu können.

Durch andere Kraftmittel als Dampf liefse sich das Unternehmen in New York viel vorteilhafter durchführen, worüber später noch ausführliche Begründung nachfolgt. Für die einmal gewählte Dampfverteilung sind die Grundlagen richtig, nur Einzelheiten sehr schlecht ausgeführt. Für das bestehende Unternehmen gilt aufserdem in erhöhtem Mafse, was über grofse Anlagen im allgemeinen im vorangegangenen Berichte bemerkt wurde. Es hat mit der technischen Sache nichts zu thun, ist jedoch bestimmend für den wirtschaftlichen Erfolg, wie und durch wen ein solches verzweigtes geschäftliches und technisches Unternehmen ins Leben gesetzt und durchgeführt wird.

Die Anlagen der New Yorker Dampf-Co. sind zwar in mehreren, wenn auch nicht allen Einzelheiten gut durchdacht und planmäfsig durchgeführt, aber zumeist schlecht ausgeführt. Die Mängel beginnen schon bei der nie ganz ausgebauten Zentralstation, in der schlechten Kohlenzu- und Aschenabfuhr und vor allem in der mangelhaft ausgeführten Rohrleitung. Statt die gemachten Fehler zu beseitigen und die Kosten des Umbaues als unvermeidliches Lehrgeld zu tragen, wird noch jetzt, nach zehn Jahren, mit den ursprünglichen schlechten Rohrleitungen und Einrichtungen fortgearbeitet. Die Anlage ist vom Ingenieur Ch. E. Emery entworfen. Betreffs der Einzelheiten kann auf seine eigene sehr

ausführliche Veröffentlichung in den Transactions der American Society of Civil Engineers verwiesen werden[1]).

Die wesentlichsten Fehler bei der Ausführung wurden durch die nachlässige Fundirung und Verlegung der Rohrleitungen gemacht, welche andauernd Betriebsstörungen verursachten. Besonders verfehlt aber ist die Anlage der Rückleitungsröhren für das Kondensationswasser. Diese Rückleitungsröhren haben sich, wie unten angegeben, nicht bewährt und mussten entfernt werden. Infolgedessen arbeitet die Unternehmung gegenwärtig nicht mehr mit einem geschlossenen Röhrensystem, sondern mit freiem Auslass des Kondensationswassers in die Abzugskanäle der Stadt. Aus diesen entweichen daher allenthalben gewaltige Dampfsäulen, die eine Eigentümlichkeit der Stadt geworden sind. Ich erwähne dies hier besonders, weil vielfach die irrige Meinung besteht, diese Dampfsäulen würden durch die Undichtheit der Kraftleitung verursacht. Das ist nicht der Fall. Die eigentliche Dampfleitung ist trotz ihrer mangelhaften Herstellung ziemlich dicht, aber die Verluste durch Ausblasen der Entwässerungsvorrichtungen in die Abzugskanäle, die Verschwendung und die Verluste bei allen Heizanlagen sind sehr bedeutend.

Im Hochsommer bei über 40° C im Schatten ist die untere Stadt für Europäer eine besondere Sehenswürdigkeit, wenn die Sonne die Strafsen von oben, die in ununterbrochener Reihe aufgestellten Dampfkessel unter den Bürgersteigen und aufserdem die Dampfleitungen der New York Steam Co. die Strafsen von unten heizen.

Das Wesentliche der technischen Sache lässt sich kurz in Folgendem zusammenfassen.

Die Verteilung von Dampf durch unterirdische Leitungen für Heiz- und Kraftzwecke, ähnlich den Gas- und Wasserleitungen, ist in Amerika bereits in grofsem Mafsstabe und in bedeutendem, bisher aber noch wenig bekanntem Umfange in vielen Städten durchgeführt worden. Allgemeiner bekannt ist nur die gröfste der bestehenden Anlagen, die von New York; aufser dieser bestehen oder bestanden zahlreiche kleinere in vielen amerikanischen Städten, u. a. in Troy, Syracuse, Boston, Minneapolis, St. Paul, Milwaukee usw. Die erste Anlage dieser Art wurde in Annapolis (Maryland) ausgeführt, wo die Dampfleitungen zugleich mit den Gas- und Wasserleitungen in gedeckten Einschnitten verlegt wurden. 1877 wurden von Holly Patente auf Dampfleitungen zu Verteilungszwecken und auf Ausdehnungsvorrichtungen genommen und durch ihn bezw. durch die Holly Co., jetzige American District Steam Heating Co., zahlreiche kleinere Anlagen gebaut, die jedoch nur zu Heizzwecken dienten. Die Verteilung beschränkte sich ausschliefslich auf die Dampfleitung. Eine Rückleitung für das Kondensationswasser war nicht vorhanden. Von der Holly Co. wurden Anlagen ausgeführt in Pottsville, Reading, Lebanon, Harrisburg, Wilkes-Barre, Syracuse, N. Y., Cedar Rapids, Des Moines, Ottawa and Dubuque, Denver, Col., und anderen Städten.

Eine Messung des abgegebenen Dampfes hat hierbei in den meisten Fällen nicht stattgefunden. Es wurden nur Absperrventile vor jeder Verbrauchsstelle angebracht, deren kontrollirte Einstellung zugleich die abgegebene Dampfmenge beschränken sollte. Damit war von vornherein allen Unzukömmlichkeiten und der Verschwendung Thür und Thor geöffnet. Trotzdem haben die Anlagen vielfach Erfolge gehabt, und dieser Erfolg veranlasste, wie dies in Amerika üblich, sofort die Entstehung zahlreicher Konkurrenzunternehmungen, von denen indes die meisten wieder untergegangen sind.

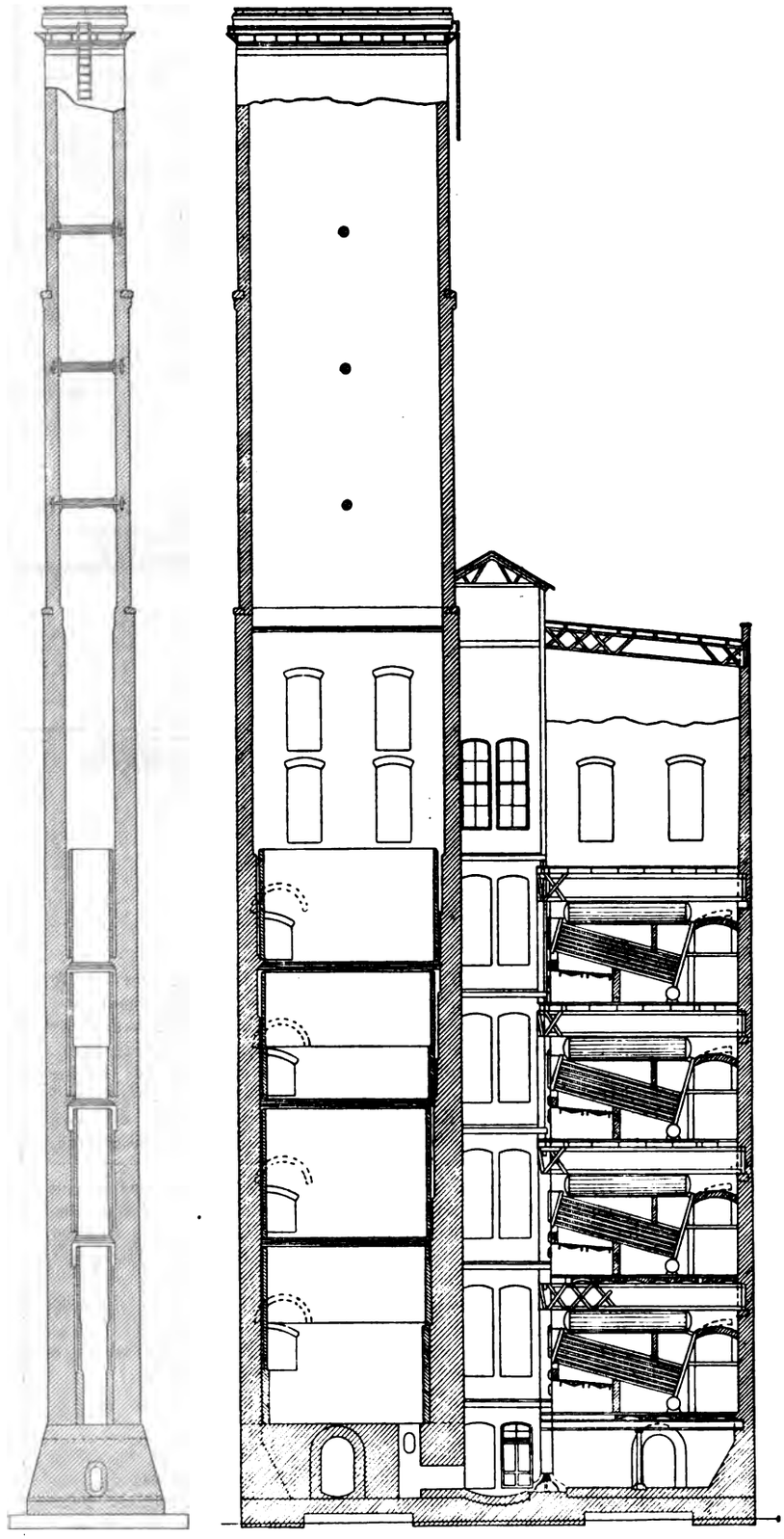
Nur wenige der genannten Anlagen verteilen Dampf für Kraftzwecke; viele sind nur für Heizzwecke oder zur Verwertung des Auspuffdampfes von Maschinenanlagen ausgeführt, welcher Vorgang neuestens in Zusammenhang mit Kraftanlagen in Amerika sehr in Aufschwung kommt.

Die New Yorker Anlage ist bis jetzt die gröfste und die einzige, welche hochgespannten Dampf von 6 Atm. verteilt, der also auch unmittelbar zum Betrieb der gewöhnlichen Dampfmaschinen geeignet ist. Die in New York vorhandenen Dampfmaschinen werden überwiegend mit weniger als 5,5 Atm. Dampfspannung betrieben, sodass die Einführung zentraler Dampflieferung keine Veränderung der bestehenden Dampfmaschinen notwendig macht.

Die New Yorker Dampfverteilungsanlage wurde 1869 geplant, in grofsem Mafsstabe aber erst anfangs der 80er

Fig. 26.

Station »B«, Kesselhaus. Mafsstab 1 : 300.



[1]) s. a. Z. 1885 S. 169.

Jahre ausgeführt. Die Unternehmung erwarb den Baugrund für etwa 10 Zentralstationen und begann 1881 den Bau der Station in der oberen Stadt und der grofsen Station »B« in der unteren Stadt (Cortland Street), welche Anlagen im April 1882 in Betrieb gesetzt wurden und seitdem im Betrieb stehen.

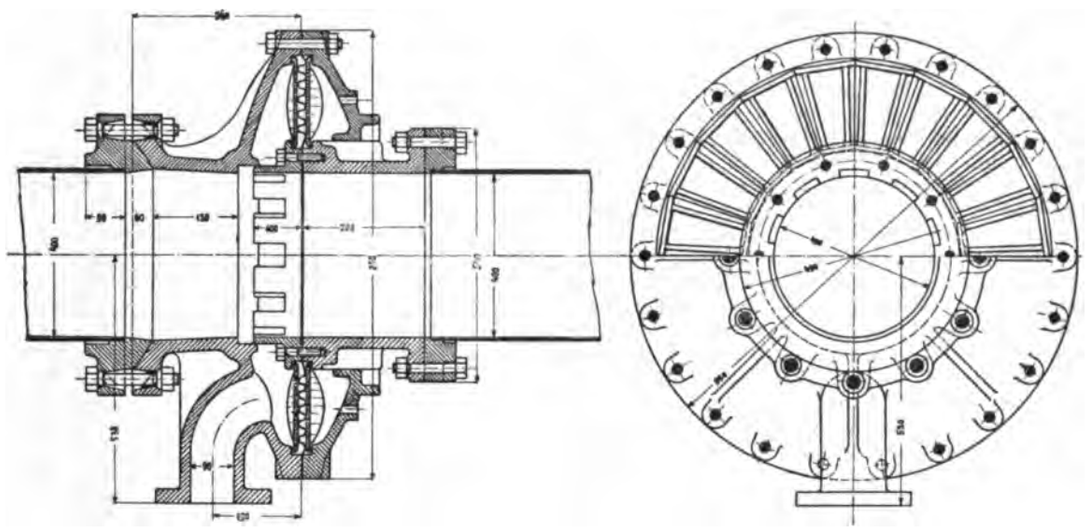
Die Anlage der unteren Stadt hat im wesentlichen das Zentrum des Geschäftsverkehrs zu versorgen. Sie besteht aus einem 4 Stock hohen Kesselhaus, Fig. 26, mit Kesseln von 16000 PS in zwei Reihen, jeder Kessel von etwa 250 PS (1 Kessel-PS wird in Amerika für 30 Pfd. Verdampfung gerechnet). Jede Kesselhausseite besitzt einen eigenen Schornstein; der an der südlichen Seite wurde vollständig ausgebaut und erhielt viereckigen Querschnitt, der an der nördlichen Seite wurde für später beschränkten Betrieb und wegen der geringeren Kosten mit achteckigem Querschnitt ausgeführt. Die Schornsteinhöhe beträgt 67 m. Als Betriebskohle wird ausschliefslich rauchloser Anthrazit verwendet.

Ursprünglich war selbstthätige Kohlenzufuhr geplant in der Weise, dass in der Mitte des Kesselhauses vom westlichen Strafsenzugang, der nach dem Hafen zu liegt, bis zwischen die Schornsteine eine geneigte Seilbahn mit Förderschale angelegt, die Kohle in genügender Höhe ausgestürzt und unmittelbar aus den Kohlenbehältern durch Gerinne und Röhren selbstthätig zu den Kesseln geführt werden sollte. Mechanische Beschickung der Roste war dabei nicht in Aussicht genommen. Diese Anlage kam jedoch nicht zur Ausführung. Statt ihrer wurde eine vorläufige Einrichtung geschaffen, die noch jetzt betrieben wird, bestehend in seitlicher Zufuhr, Vorrichtung zum Hochheben der Kohle durch Becherwerk in einem besonderen Förderturm, horizontalem Transport durch Riemen und Verteilung der Kohlen durch Transportschnecke in die Kohlenbehälter über den Dampfkesseln, eine Einrichtung, welche zu vielen Störungen Anlass gegeben hat und teilweise auch aufser Betrieb ist. Zum Transport der Asche sind unter den Dampfkesseln Sammeltrichter angebracht, welche durch gusseiserne, durch Schieber abschliefsbare Röhren die Asche den Sammelwagen zuführen. Diese Wagen werden durch Aufzüge an die Strafse befördert, wo die Verladung in die Abfuhrwagen erfolgt.

Fig. 27.

Ausdehner von Emery.

Mafsstab 1:15.



In den ersten 3 Stockwerken sind je 16 Kessel von je 250 PS aufgestellt, in vierten nur 8 von je 300 PS, zusammen also 56. Jeder Kessel ist unabhängig aufgestellt, sodass er ohne Nachteil für die anderen herausgenommen werden kann. Die beiden Walzenrohre jedes Kessels sind an der Eisenkonstruktion des darüberliegenden Stockwerkes aufgehängt. Die Planroste der Kessel werden durch Finger, die von 4 Hebeln bedient werden und zwischen die Roststäbe greifen, gereinigt.

Die Kessel sind sämtlich an eine senkrecht durch alle Geschosse laufende Hauptleitung angeschlossen. Jeder einzelne Kessel ist mit einem Sicherheitsventil versehen, das bei Rohrbrüchen, also plötzlich auftretender grofser Dampfgeschwindigkeit, die Kessel abschliefst.

Aufser dem aufsen 440 mm starken Hauptverteilungsrohr ist ein kleineres vorhanden, das bei Rohrbrüchen mit höherem Druck betrieben wird und die Ausschaltung eines Stranges der Hauptleitung ohne Betriebsunterbrechung gestattet.

Wochentags sind ungefähr (im März) 50 Kessel, Sonntags nur 25 im Betrieb.

Die erste Hauptdampfleitung wurde nur für ungefähr $^4/_{10}$ der Gesamtproduktion angelegt und der Hauptstrang bis jetzt nicht weiter ausgebaut. Für zahlreiche Strecken geht der ausgeführte Röhrendurchmesser weit über den gegenwärtigen Bedarf hinaus. Das Versorgungsgebiet umfasst gegenwärtig ungefähr 9 km Hauptdampfleitung von rd. 400 mm innerem Dmr.

Das Hauptabsatzgebiet für den erzeugten Dampf bilden Heizungsanlagen, Aufzugsmaschinen, Licht- und Lüftungsmaschinen und gewöhnliche Betriebsmaschinen in Geschäftshäusern, Zeitungs- und Buchdruckereien und in Fabriken. 75 pCt des Dampfes dienen zu Kraftzwecken, und zwar sollen gegenwärtig 500 Dampfmaschinen im Betrieb sein; darunter einige Maschinen mit über 100 PS. Der Kraftbedarf einzelner grofser Abnehmer, wie z. B. der Post Office, beträgt im Winter einschl. Heizung etwa 800 bis 1000 PS für die kurze Zeit des gröfsten Bedarfes (früh).

Die Rohrverlegung stiefs wegen des felsigen Untergrundes, mehr aber noch wegen der vorhandenen planlos gelegten Rohr- und Drahtleitungen für Gas und Wasser, Kanalisation, Telegraphen, Rohrpost, elektrische Kraft- und Lichtübertragung auf grofse, in richtiger Weise kaum überwindbare Schwierigkeiten; insbesondere an den Kreuzungsstellen der grofsen Verkehrsstrafsen waren die Schwierigkeiten aufserordentlich grofs, sodass eine regelrechte Anordnung nicht durchgeführt werden konnte. Der gröfste Teil der Rohrleitung liegt in Einschnitten, nicht in gewölbten Kanälen, und die Einschnitte sind mit Schlackenwolle als schlechtem

Wärmeleiter ausgefüllt und mit Steinplatten überdeckt und ohne Wegnahme dieser nicht zugänglich.

Für die Lebensfähigkeit einer Dampfleitung, welche unterirdisch verlegt wird, ist die Verwendung einer unbedingt verlässlichen Ausdehnungsvorrichtung von höchster Bedeutung. Aus allgemeinen technischen Gründen und wegen der erwähnten beschränkten Bauverhältnisse konnte von der Anbringung der gewöhnlichen Expansionsvorrichtungen oder Stopfbüchsen, welche andauernd Instandhaltungsarbeiten erfordern, nicht die Rede sein, um so weniger, als der motorische Betrieb fortlaufend Dampfspannungen von mindestens 5,5 Atm. notwendig machte.

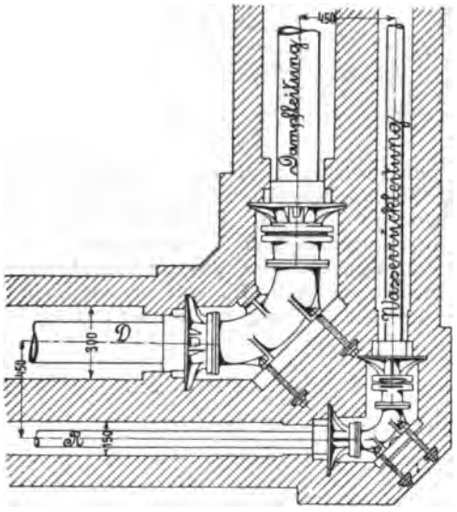
Gewöhnliche Rohrkrümmer und Schlangenröhren als Ausdehner mussten schon wegen Raumbeschränkung ausgeschlossen werden; gewöhnliche Stopfbüchsenausdehner waren unmöglich, weil solche nicht in der ganzen Stadt zugänglich gehalten werden konnten und erfahrungsgemäfs solche Ausdehner nur bei regelmäfsiger Erneuerung der Dichtung verwendbar sind. Es musste daher eine Ausdehnungsvorrichtung angewendet werden, welche ohne jede Dichtung verlässlich entspricht.

In New York wurde die von Emery entworfene und in Fig. 27 dargestellte Ausdehnungsvorrichtung angewendet, bestehend aus einer biegsamen und versteiften Kupferplatte, welche zwischen den Rohrenden eingespannt ist. Die Stärke

Fig. 28.

Verankerung der Rohrkrümmer.

Mafsstab 1 : 30.



der Kupferplatte ist wegen der erforderlichen Elastizität sehr gering. Um dem Dampfdrucke zu widerstehen, wird die Platte durch darüber gelegte Segmentplatten verstärkt; dehnt sich die elastische Kupferplatte unter dem Dampfdruck aus, so legt sie sich gegen die Segmente, und deren Stützpunkte nehmen den Dampfdruck auf. Der Seitenschub, durch die grofsen Druckflächen der Ausdehnungsvorrichtung hervorgerufen, muss an den Verankerungsstellen, insbesondere an den Rohrkrümmungen (letztere in Fig. 28 dargestellt) durch kräftige Fundirung aufgenommen werden.

Diese Anordnung hat sich bei eingehenden Versuchen und nach Beseitigung einiger unwesentlicher Schwierigkeiten vollständig bewährt und wurde später auch von anderen Dampfgesellschaften, namentlich auch von der Holly Co. ausgeführt. Die geringe Verschiebbarkeit erfordert aber eine grofse Zahl solcher Ausdehner, etwa alle 15 m, sodass die Anlagekosten recht hohe werden.

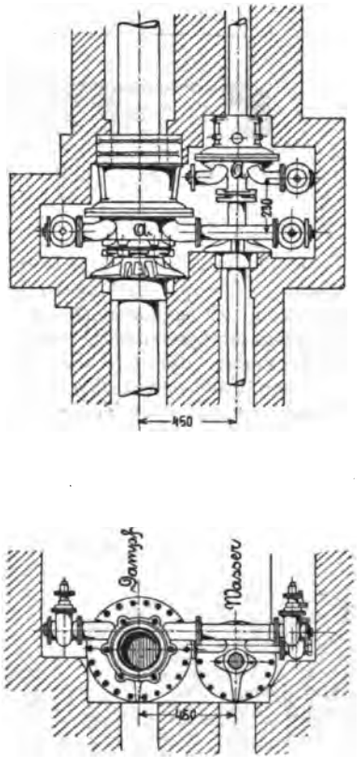
Die Konstruktion von Emery, Variator genannt, wird teils einfach, mit einer beweglichen Kupferwand, teils doppelt, mit symmetrischen Kupferplatten ausgeführt. Um ihre Festigkeit und Ausdehnungsfähigkeit zu erhöhen, sind die Kupferplatten wellenförmig hergestellt (Wellenhöhe 10 mm), Die zulässige radiale Ausdehnung der Kupferplatte ist mit 150 mm für alle Dimensionen der Dampfröhren angenommen, die zulässige Verschiebnng bei den doppelt ausgeführten mit 38 mm. Die thatsächliche Verschiebung erreicht aber hierbei nur 25 mm und bei den einfachen 16 bis 20 mm. Dementsprechend würden solche Ausdehner in Entfernungen von je 15 m in die Rohrleitug einzuschalten sein. Die Anordnung der Ausdehner ist so getroffen, dass ungefähr in der Entfernung von 80 m fest verankerte Absperrventile eingebaut sind; in 15 m Entfernung von einem Ventil ist ein doppelseitiger Ausdehner angebracht, und hieran schliefsen sich, entsprechend verteilt, 4 einfache Ausdehner. Die normale Beanspruchung der Ausdehnerplatten im dauernden Betriebe ist naturgemäfs nur gering und entspricht den Temperaturschwankungen; ihre erhöhte Beanspruchung tritt nur bei Stillständen auf.

Die Ausmündungen für die Dampfentnahme an den Verbrauchsstellen sind in der Nähe der Ausdehnungsvorrichtung angebracht, wie in Fig. 27 dargestellt, ebenso in Fig. 29, welche

Fig. 29.

Rohrleitungen mit Ausdehnern und Abzweigungen.

Mafsstab 1 : 30.



die Anordnung eines Dampfrohres und eines Wasserrückleitungsrohres mit Ausdehnungsvorrichtung *A* zeigt, aufserdem die Abzweigungen und Absperrvorrichtungen.

Der Ausdehner von Emery beruht auf der einzig richtigen Grundlage, jedes Dichtungsmaterial zu vermeiden und durch elastische Ausdehnung eines Zwischenstückes zu ersetzen. Jede andere Konstruktion, welche Instandhaltung und eigentliche Dichtungen erfordern würde, wäre gegenüber den Schwierigkeiten der Zugänglichkeit in den Strafsen vollständig unbrauchbar. Eine laufende Instandhaltung solcher Dichtungen kann für Verteilungszwecke ebensowenig für die Ausdehnungsvorrichtungen wie für die eigentlichen Flanschenverbindungen angenommen werden.

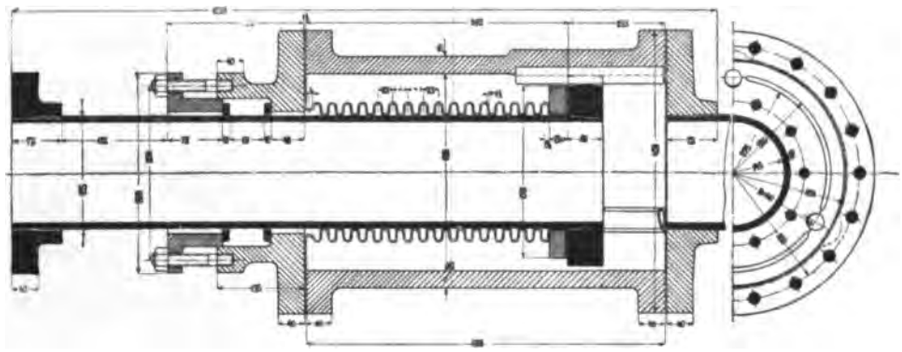
Bei der Wichtigkeit dieser Eigenschaft sind in neuerer Zeit viele andere Konstruktionen versucht worden, welche auf ähnlichem Wege einfachere Ausführung anstreben. Der Emery-Ausdehner leidet in der That an dem Mangel, dass der durch den grofsen Dampfdruck auf die Stirnfläche der Ausdehnungsplatte ausgeübte Horizontalschub eine mächtige Verankerung der Rohrleitung, insbesondere in den Krümmungen, erfordert, und dass bei mangelhafter Ausführung der letzteren der Ausdehner selbst unzulässig in Anspruch genommen wird und wohl auch zerrissen werden kann, da sich Verschraubung und Einzelheiten für den grofsen Dampfdruck ohne Verankerung nicht wohl widerstandsfähig ausführen lassen. Auch sind die Kosten der Rohrleitung mit solchen Ausdehnern wegen der erforderlichen grofsen Zahl derselben sehr hoch.

Im wesentlichen beruhen die Verbesserungen solcher Ausdehner in dem Bestreben, diesen Horizontalschub zu vermeiden und dem Dampfdruck möglichst geringe Druckfläche darzubieten. Solche Konstruktion ist in Fig. 30 dargestellt; sie rührt von Osborne in Chicago her und ist bei zahlreichen kleineren Dampfverteilungen, insbesondere in St. Paul, Milwaukee, ausgeführt.

Das Wesen dieser Osborneschen Konstruktion besteht in der Vermeidung innerer Dichtung und in der Verwendung eines Cylinders aus Wellblech, bei dessen Ausdehnung und Zusammendrückung der Rohrstrang sich verschieben kann. Die äufsere Stopfbüchse ist nur eine Zugabe und bei guter Ausführung nicht erforderlich und soll nur im Falle eines Bruches das Ausströmen des Dampfes verhüten. Das Wellrohr ist im fest verankerten Rohrstück und im beweglichen Rohrende eingeklemmt. Drehung des Rohrendes wird durch eingelegte Bolzen verhindert. Alles übrige ist aus der Detailzeichnung Fig. 30 ersichtlich.

Fig. 30.

Ausdehner von Osborne.
Mafsstab 1 : 10.



In Fig. 31 und 32 ist die Rohranordnung solcher von Osborne ausgeführten Dampfverteilungsanlagen dargestellt, über deren Einzelheiten ich später noch zu berichten beabsichtige. Fig. 31 zeigt die Querschnitte einer Rohrleitung für eine Dampfverteilungsanlage für frischen Dampf und Auspuffdampf. In beiden Fällen liegt das 205 mm-Dampfrohr für den Auspuffdampf am untersten Teil des Einschnittes und ist wegen der Ausdehnung auf Rollen (Rohrstücken) gelagert. Eine Vertiefung im Einschnitt dient als Entwässerungskanal für allfälliges Tropfwasser. Ueber dem Auspuffdampfrohr liegt ein Hochdruckdampfrohr *h*, neben diesem das Rücklaufrohr für das Kondensationswasser *r* und über beiden ein 125 mm-Wasserleitungsrohr *W*. Der rechte Teil der Figur zeigt eine andere Anordnung der Röhren; es liegt hier über

Fig. 31.

Mafsstab 1 : 15.

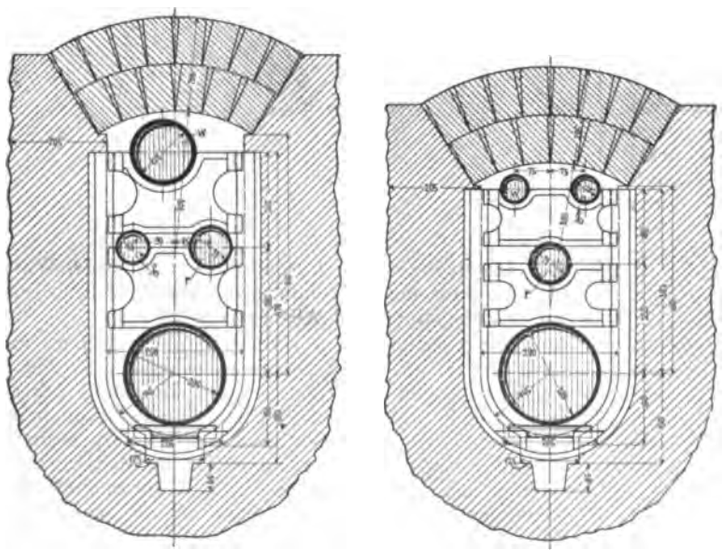
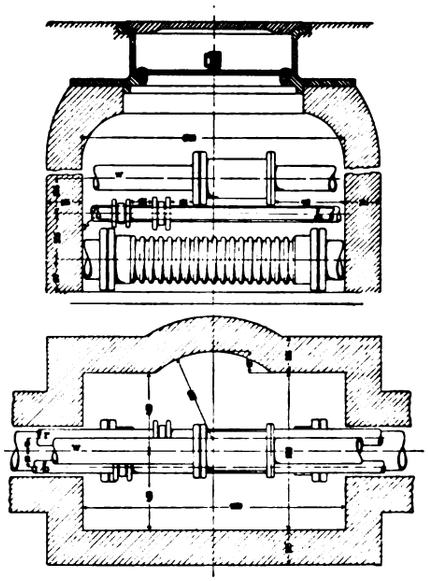


Fig. 32.

Dampfverteilungsanlage von Osborne.

Mafsstab 1 : 40.



dem Auspuffdampfrohr von 205 mm Dmr. ein 75 mm-Rücklaufrohr r und über diesem eine kleine Doppelleitung, von der die linke die Nutzwasserleitung W, die rechte die Hochdruckdampfleitung h ist.

Die Rohrunterstützung erfolgt durch gusseiserne Träger, welche in eingemauerten Rahmen geführt sind. Fig. 32 zeigt die Seitenansicht und den Grundriss der Kammer, in welcher die Rohrverbindungen und die Ausdehner angebracht sind.

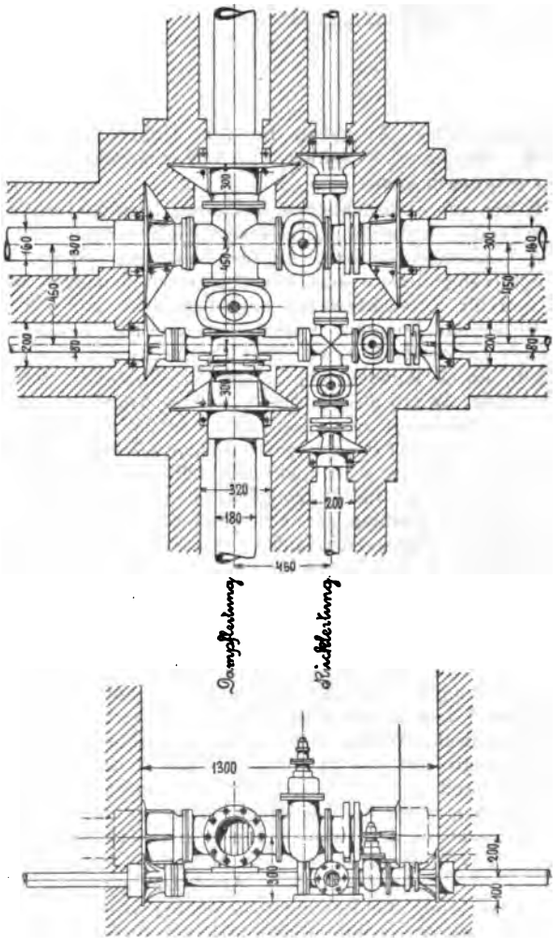
Die Eigentümlichkeit und Wichtigkeit solcher geschlossenen Ausdehner veranlasste mich, eine genaue Berechnung derselben und einen Vergleich mit den bei uns üblichen Vorrichtungen dieser Art anzustellen. Dieser ergab übereinstimmend, dass schon bei Dampfspannungen von 4 Atm. nur bei sehr hoher Materialbeanspruchung (über 1500 kg/qcm) genügende Ausdehnung erzielt werden kann, welche es ermöglicht, die erforderliche Anzahl Ausdehner auf ein praktisch brauchbares Mafs (etwa 50 m Entfernung) zu bringen. Hierüber möchte ich mir besondere Begründung und Mitteilung vorbehalten.

Die allgemeine Anordnung der Dampfleitungen ist aus den vorangegangenen Figuren ersichtlich; aufserdem ist in Fig. 33 eine Rohrkreuzung dargestellt. Dampfleitung und

Fig. 33.

Rohrkrümmer.

Mafsstab 1:30



Rückleitung sind so nahe an einander gelegt, wie die Zugänglichkeit es zulässt. Die Rohrleitungen sind ausschliefslich aus Schmiedeisen hergestellt und sind jetzt mit aufgeschraubten Flanschen versehen. Die ursprünglichen Rohrleitungen hatten 380 mm Dmr. und 6 mm Wandstärke. Diese Leitungsröhren waren mit nur 3 Gewindegängen in die gusseisernen Flanschen eingeschraubt und in dem konisch ausgedrehten Teil der Flanschen aufgewalzt. Durch die Ausdehnung kam auf diese 3 Gewindegänge eine so grofse Belastung, dass sie einfach abrissen. Man entschloss sich daher, das Aufwalzen aufzugeben und die Röhren in die ganze Breite der Flanschen einzuschrauben. Das Rohrnetz wurde allmählich in dieser Weise umgestaltet, was allein einen Kostenaufwand von 1 Million $ verursachte.

Eine weitere Vervollkommnung war die Lagerung der Flanschen. Man legte sie auf Holzbohlen, auf denen sie sich verschieben konnten. Diese Bohlen verbrannten aber im Laufe der Jahre und mussten sämtlich durch Eisenkonstruktion ersetzt werden.

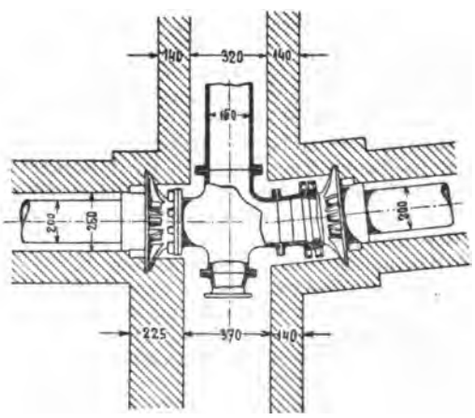
Als Dichtung zwischen den Flanschen wurden ausschliefslich Kupfersiebe verwandt, welche Anordnung sich vollständig bewährte.

Da, wo die normale Richtung der Rohrleitungen nicht eingehalten werden konnte oder Abweichungen wenigstens als möglich angenommen werden mussten, sowie in unmittelbarer Nähe der Ausdehner sind bewegliche Dichtungsflanschen, Fig. 34, mit kugelförmigen Berührungsflächen eingeschaltet,

Fig. 34.

Rohrabschluss.

Mafsstab 1:30.



s. a. Fig. 27. Dies geschieht auch dort, wo die Herstellung von Passstücken erleichtert werden soll.

Von besonderer Wichtigkeit für die Sicherung des Betriebes ist die vollständige Entwässerung der Dampfleitungen; die Erfahrung hat gezeigt, dass auch bei ansteigenden Rohrleitungen schon bei Dampfgeschwindigkeiten von 15 m alles Kondensationswasser mitgerissen wird und dadurch Störungen hervorgerufen werden.

Unbedingt gefährlich ist aber die Ansammlung des Wassers in gröfseren Mengen, insbesondere bei Stillständen. Daher ist ununterbrochener Betrieb der Dampfleitungen eine nahezu unerlässliche Bedingung, um so mehr, als auch bei öfteren Aufserbetriebsetzungen der Rohre die Dichtungen lecken. Die Dampfrohre haben in dem 10jährigen Betriebe gar nicht durch Rosten gelitten, was von der Betriebsleitung auch auf den ununterbrochenen Betrieb zurückgeführt wird. Häufige Stillstände oder unrichtig angelegte Entwässerung verursachen unter allen Umständen Wasseransammlungen, die beim Wiederanlassen der Dampfleitung in Bewegung gesetzt werden und durch Massenstofs jede Rohrleitung zertrümmern und durch Temperaturunterschiede und Rost jede Rohrleitung zerstören können.

In dieser Beziehung mag als besonders beachtenswert hervorgehoben werden, dass nach dem ersten erfolgreichen Betriebe der Steam Co. ein Konkurrenzunternehmen, die United Steam Co., im östlichen Teile der Stadt eine Anlage herstellte. Diese Anlage wurde gut geplant,

aber mit äufserst geringer Sachkenntnis ausgeführt; es wurde dabei auf die Fortleitung von überhitztem Dampf gerechnet und in unsinniger Weise Entwässerungsvorrichtungen an wesentlichen Stellen überhaupt nicht ausgeführt. Die Folge davon war die Ansammlung grofser Wassermassen und die Zertrümmerung der Rohrleitungen schon in den ersten Betriebstagen, sodass die Unternehmung schon nach etwa einjährigem Betriebe gänzlich aufgegeben wurde.

Eine erwähnenswerte Einzelheit ist die bei dieser Anlage angewandte Art der Isolirung der Röhren durch Rufs, welcher allerdings ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, dessen Handhabung aber praktisch sehr lästig ist. Diese Isolirung durch Rufs ist seitdem in Amerika bei kleinen Dampfanlagen sehr häufig ausgeführt worden und hat sich dabei ausgezeichnet bewährt. Das Umherschleudern der Isolirmasse bei Rohrzertrümmerungen hat der genannten Unternehmung viel Spott eingetragen und ihr ein schlechtes Andenken bereitet. Diese verunglückte Anlage mag auch als Beispiel dafür dienen, wie eine an sich lebensfähige Sache durch unverständige Behandlung zu ungeheuerlichen Misserfolgen führen kann.

Ein für den Betrieb der New Yorker Unternehmung wichtige Frage war die Messung des verkauften Dampfes. Nach längeren sehr kostspieligen Versuchen wurde ein Dampfmesser eingeführt, der im wesentlichen darin besteht, dass ein belasteter Kolben unter bestimmtem Dampfdruck eine Durchgangsöffnung frei macht, durch welche bei bestimmtem Pressungsverluste eine empirisch bestimmte Dampfmenge hindurchströmt. Die Aichung der Messapparate geschieht in einer besonderen Station durch Kondensation des durchgeströmten Dampfes und Wägung des Wassers. Der Kolben ist so eingerichtet, dass bei veränderlichem Druck die durchströmende Menge konstant bleibt, derart, dass sich zwar die erste Durchflussöffnung je nach der abnehmenden oder zunehmenden Dampfspannung verringert oder vergröfsert, dass aber die zweite Durchflussöffnung konstant bleibt und durch die Oeffnung die Spannung vermindert oder vermehrt wird. Der Preis eines solchen Dampfmessers ist sehr hoch und beträgt 250 bis 300 $.

Die Behauptung, dass Dampfmesser dieser Bauart verlässliche Anzeige ergeben, lässt sich nicht prüfen. Ich habe nach mehreren Beobachtungen Grund zur Annahme, dass die Zuverlässigkeit fehlt und die Messer mehr einen moralischen Zweck erfüllen und durch ihr Vorhandensein die Abnehmer vor Verschwendung abhalten.

Für die Einheit des verbrauchten Dampfes hat Emery die Bezeichnung »Kal« eingeführt. Ein »Kal« ist ein Pfund Wasser in Dampf verwandelt. Der ursprüngliche Verkaufspreis des Dampfes war 50 Cents für 1000 Kals. Später wurde ein Staffeltarif eingeführt, welcher den Verkaufspreis auf 70 Cents für kleine Abnehmer erhöhte und auf 40 Cents für grofse Abnehmer verringerte. Mit den Abnehmern von Dampf für Kraft und Wärme während der Nachtzeit wurde ein Verkaufspreis von 30 Cents vereinbart.

Ursprünglich wurde die verbrauchte Dampfmenge nur geschätzt. Dies führte aber sofort zu unhaltbaren Zuständen, da der Verschwendung nicht Einhalt gethan werden konnte. Die Mehrzahl der Abnehmer stellte unter allen Umständen höhere Temperatur in ihren Wohnungen her, als erforderlich war, und behalf sich, statt genauer Regulirung der Heizapparate, lieber mit Oeffnen der Fenster u. dergl. Auch kam es vielfach vor, dass die Heizung überhaupt nicht abgestellt wurde. Die seitdem eingeführten Dampfmesser haben sich im wesentlichen bewährt. Versuche mit Geschwindigkeitsmessern haben zu Misserfolgen geführt.

Die Isolirung erfolgte ausschliefslich durch Ausfüllen aller Hohlräume der Rohrkanäle mit Schlackenwolle. Unmittelbar zugänglich wurden nur die Entwässerungsvorrichtungen, Fig. 35, gehalten, aber auch für diese wurden nur schmale Zugangsschächte vorgesehen.

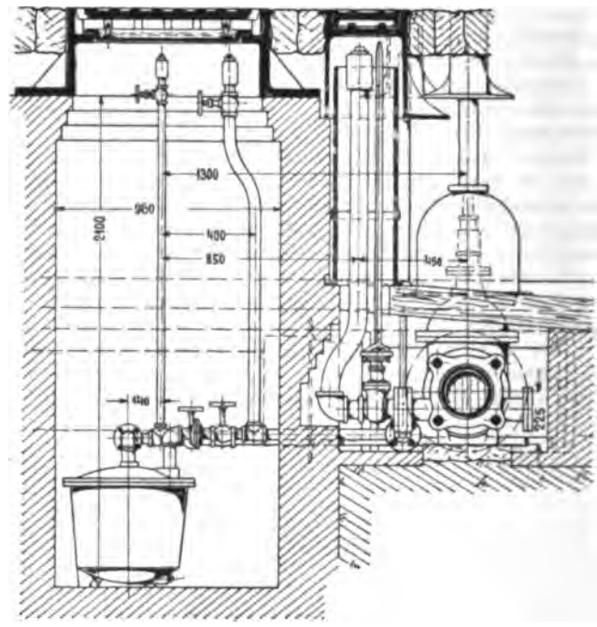
Die Kosten der Rohrleitung einschliefslich aller Strafsenarbeiten betrugen nach Angabe Emery's etwa 110 ℳ für 1 m bei 150 mm weiten Leitungen, 205 ℳ für 1 m bei 380 mm weiten Leitungen.

Die Nebenausgaben infolge der sehr unvollkommenen ersten Ausführung waren sehr bedeutend und steigerten die

Fig. 35.

Entwässerung.

Mafsstab 1:30.



durchschnittlichen Ausgaben für 1 m Rohrleitung auf etwa 260 ℳ, dürften aber seither durch Nacharbeiten noch weit höher geworden sein.

Ueber die thatsächlichen gesamten Leitungsverluste bestehen leider keinerlei zuverlässige Erfahrungen und sehr wenig Versuchsergebnisse, da die Leitungen seit der ersten Ingangsetzung ohne wesentlichen Stillstand betrieben worden sind und für Versuchszwecke angeblich nicht zur Verfügung gestellt werden konnten. Versuche wurden nur im Jahre 1888 bei einer Leistung für etwa 6000 PS durchgeführt, wobei die Verluste durch Kondensation angeblich $2^1/_2$ pCt, die durch Undichtheit etwa 5 pCt betrugen, welche Angaben sich aber, wenn sie überhaupt zuverlässig sind, nur auf die Hauptleitung allein ohne ihre Abzweigungen beziehen können. Auch eine annähernde Schätzung ist nicht möglich, da der Bedarf sowohl für Kraft als für Heizungsbetrieb und somit die Beanspruchung der Leitung an den verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Tageszeiten aufserordentlich wechselt. Aufserdem lassen sich die Verlustanteile durch Kondensation und durch Undichtheit getrennt nicht feststellen, und gerade dies würde gegenüber den geschilderten Verhältnissen besonders notwendig sein, um Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Die Folgen der Undichtheiten sind sehr unbequem, da bei der Unmöglichkeit, die Dichtungen zugänglich zu halten, eine einmal beginnende Undichtheit selbstverständlich durch die mechanische Wirkung des ausströmenden Dampfes sich schnell vergröfsert und bedeutende Verluste verursacht. Die Zugänglichkeit der Dichtungen könnte praktisch nur ermöglicht werden, wenn die Leitungen in weiten Zugangskanälen untergebracht würden, was in neuester Zeit bei verschiedenen anderen Kraftanlagen in grofsem Mafsstabe angestrebt wird. Gleichwohl können die Verluste durch Undichtheiten bei richtiger Ausführung der Leitungen unbedingt vermieden werden, wie durch die in neuerer Zeit angelegten grofsen Dampfrohrleitungen erwiesen ist.

Um das bei Heizungsanlagen sich bildende, meist noch heifse Kondensationswasser zurückzugewinnen, namentlich aber, um Verluste und Verschwendung zu verhüten, wurde eine Wasserrückleitung nach der Zentrale gelegt. Beide New-Yorker Anlagen, die der unteren und der oberen Stadt, sind

mit solchen Rückleitungen ausgeführt worden, beide haben sich nicht bewährt und sind wieder abgelegt worden, und es wird nur mit offenem System gearbeitet.

Die Ansichten über diesen Misserfolg gehen weit aus einander, Thatsachen sind: wiederholt gefährliche Brüche der Rückleitungen und teilweises Zerfressen der schmiedeisernen Röhren von aufsen und innen. Letzteres wurde, weil es auch bei ähnlichen Anlagen beobachtet wurde, als eine unvermeidliche chemische Wirkung betrachtet. Es wird angenommen, dass gerade die bestimmte Temperatur dieser Rückleitungen von etwa 100° C es dem Wasser und der Kohlensäure der Luft ermöglicht, die Röhren von aufsen zu zerfressen. Die Thatsache der Zerstörung der Rückleitungen lässt sichnicht widerlegen; über die Ursachen der Zerstörung und des Misserfolges bin ich jedoch auf grund genauen Studiums durchaus nicht der erwähnten Ansicht und werde meine Meinung später noch begründen.

Das Warmwasser der Rückleitungen kommt bei normalem Betriebe ungefähr mit Siedetemperatur in der Zentralstation wieder an, wird dort in grofse Behälter geleitet, fliefst darin über eingelegte Zwischenwände und mischt sich mit dem Speisewasser, welches der städtischen Wasserleitung entnommen wird. Aufserdem wird in diese Behälter aller Auspuffdampf der Hilfsmaschinen, Speisepumpen, der Ventilations- und Lichtmaschinen geleitet, sodass schiefslich das Kesselspeisewasser aus diesen Behältern den Speisepumpen und Dampfkesseln mit einer Temperatur von etwa 55° C zugeführt wird.

Die Speisepumpen der Zentralstation sind unter Strafsensohle in einer Vertiefung aufgestellt und mit doppelten Speiseleitungen versehen; die Reserveleitung mündet an der Rückseite der Kessel ein. In der Speiseleitung ist ein Differential-Akkumulator angebracht, bei dem der herrschende Dampfdruck als Gegendruck der Belastung auftritt, also nur die Differenzen zwischen Dampf- und Wasserdruck auszugleichen sind. Die normale Dampfspannung beträgt 5,8 Atm.; jedoch sind Speisepumpen und Dampf- und Speiseleitungen so eingerichtet, dass nach Bedarf die Kessel in den verschiedenen Stockwerken mit verschiedenen Spannungen arbeiten und einzelne Rohrstränge mit höherer und niederer Spannung betrieben werden können.

Dampf von höherer Spannung (6,5 Atm.) wird gegenwärtig für den Betrieb der benachbarten Westinghouse-Lichtanlage geliefert. Der Auspuffdampf dieser Lichtmaschinen wird in die Dampfzentralstation zurückgeführt und dient dort zur Vorwärmung des Speisewassers.

Für die Kesselfeuerung der Zentralstation »B« in der unteren Stadt ist künstlicher Zug vorgesehen, und zwar wird der Unterwind durch zwei grofse Ventilatoren geliefert und läuft durch Blechkasten von viereckigem Querschnitt, die unter jeder Decke liegen, zu den einzelnen Feuerständen. Der Betrieb mit Unterwind wird auch in denjenigen Fällen durchgeführt, wo die Kessel nicht angestrengt betrieben zu werden brauchen, da sich auch hierbei ein wirtschaftlich vorteilhafterer Betrieb ergeben hat.

Für die Versorgung der oberen Stadt wurde eine gröfsere Zahl von Zentralstationen geplant, bisher jedoch nur die Station in der Nähe des Zentralparkes ausgeführt, die im wesentlichen Dampf für Heizzwecke liefert und mit einer normalen Dampfpressung von nur 4 Atm. arbeitet. Diese Anlage liegt in der 58. Strafse neben der Madison Avenue und ist mit Rücksicht auf die Umgebung im Aeufseren architektonisch durchgebildet, im Inneren aber höchst beschränkt ausgeführt. Die innere Einrichtung wurde von vornherein dadurch beeinflusst, dass an dieser Stelle kein Baugrund käuflich, sondern nur mietweise zu erwerben war. Die infolgedessen nur als vorübergehend hergestellte Anlage wurde für die Aufnahme von 12 Kesseln von je 250 PS in 2 Reihen berechnet, von denen 6 bis jetzt aufgestellt sind. Ueber den Kesseln sind die Kohlenbehälter angebracht. Die Kohle wird seitwärts über eine Wage gefahren, in einen Wagen geschüttet und dieser durch einen Aufzug hochgehoben; oben befindet sich eine Schiebebühne, durch deren Vermittlung die Kohle nach beiden Seiten in die Kohlenbehälter verteilt und ausgestürzt werden kann.

Zur Entfernung der Asche sind unter den Kesseln Trichter und durchlaufende Gleise angebracht; die Aschewagen können in gleicher Weise wie die Kohlenwagen durch den Aufzug hochgehoben und abgefahren werden. Die Dampfverteilung erfolgt durch eine Doppelleitung von 250 mm Dmr.

Die Dampfleitungen dieser oberen Station sind richtiger ausgeführt als in der unteren Stadt; es haben sich auch nicht so zahlreiche Schwierigkeiten ergeben wie dort. Die Rückleitung für das Kondensationswasser hat sich aber auch hier nicht bewährt; sie wurde innen und aufsen zerfressen und durch Wasserschläge zertrümmert.

Diese Station liefert Dampf zu Heizzwecken an 185 Abnehmer, deren Häuser in der 5. Avenue und in den Häuserblocks zwischen der 53. und 70. Strafse liegen.

Bei den neueren Heizungsanlagen, namentlich von Privathäusern, wird der Dampf nur zur Erwärmung von frischer Luft benutzt, die dann zur Heizung und Lüftung dient. Die von aufsen durch Zinkkasten eintretende Luft strömt über ein System senkrechter Dampfröhren, worin sich der Dampf kondensirt. Das Kondensationswasser wird in ein zweites, geneigtes Röhrensystem geleitet, das ebenfalls zur Luftvorwärmung dient. Das hierdurch zum gröfsten Teil seiner Wärme beraubte Wasser wird in den Kanal abgelassen.

Diese Heizungseinrichtungen arbeiten ganz selbstthätig, indem die Dampfzuströmung auf elektrischem Wege von einem auf bestimmte Temperatur einstellbaren Thermometer geregelt wird.

Die technischen Grundlagen der beschriebenen Dampfverteilungsanlage in New York halte ich in wirtschaftlicher und auch in konstruktiver Beziehung für so eigenartig und die Ergebnisse der Studien für so viele andere Fälle anwendbar, dass ich später noch nach Besprechung anderer Dampfanlagen kritische Bemerkungen hinzufügen werde.

A. Riedler.

Dampfverteilungsanlagen.

Aufser der in New York in grofsem Mafsstabe bestehenden Dampfverteilungsanlage giebt es in den Vereinigten Staaten Amerikas zahlreiche kleinere Anlagen, welche sich zum teil als ertragsfähig erwiesen haben. Solche Anlagen für die Verteilung von Hochdruckdampf für Kraft- und Heizzwecke wurden zuerst planmäfsig von der Holly Co. in Lockport ausgeführt und als Holly-System bezeichnet, obwohl sich das System eigentlich nur auf die Anordnung der Einzelheiten für den Betrieb der Rohrleitungen und auf die Bauart der erforderlichen Ausrüstungsgegenstände bezieht.

Unter solchen kleinen Anlagen, bei welchen schon die Erfahrungen mit der New Yorker Anlage benutzt wurden, können die von Wilkesbarre, Pa., und Syracuse, N. Y., als bezeichnend gelten. Die letztere ist im nachfolgenden Bericht beschrieben.

Aufserdem ist es von allgemeinem Interesse, auch über einige verunglückte amerikanische Versuche auf diesem Gebiete das Wesentlichste festzustellen. Ich wähle hierfür die gänzlich missglückte Heifswasserverteilung in Boston.

Endlich ist auf diesem Gebiete der Dampfverteilung in der neuesten Zeit die Verteilung des Auspuffdampfes von Maschinen in Amerika im Aufschwung begriffen, und als kleine Anlage ist im Nachfolgenden die Kraftanlage in Springfield, Ill., kurz gekennzeichnet. Diese Anlage ist keineswegs die älteste ihrer Art; diese wichtige und zukunftsreiche Art von Wärmeverteilung ist vorher schon bei vielen anderen Anlagen, insbesondere in St. Paul, Chicago und Milwaukee, in gröfserem Mafsstabe benutzt worden, aber unbeachtet geblieben, und erst in der neuesten Zeit wird solche Auspuffdampfverteilung als Wärmeverteilung mit Kraftbetrieb verbunden.

Dampfverteilungsanlage in Syracuse, N. Y.

Die örtlichen Verhältnisse in Syracuse sind im allgemeinen für die Anlage und den Betrieb einer solchen Zentrale günstig. Die Station, die für etwa 2500 PS (1 PS zu 30 Pfd. = 13,6 kg Wasserverdampfung) vorgesehen ist, liegt in nächster Nähe des Geschäftsviertels, zwischen einer Eisenbahn und einem kleinen Flusse, bei billiger Kohlenzufuhr und Wasserversorgung und kurzer Leitungslänge. Rückleitung des Kondensationswassers wurde nicht ausgeführt, obschon die ganz aufsergewöhnlich schlechte Beschaffenheit des Speisewassers eine möglichst weitgehende Ausnutzung des Kondenswassers erforderte.

Das Speisewasser wird dem Flusse entnommen und ist, da dieser die Abwässer vieler oberhalb gelegener Fabriken aufnimmt, nicht nur mechanisch, sondern auch chemisch unrein. Insbesondere führt der Fluss, durch die Aufnahme der Abwässer einer Sodafabrik, zu gewissen Zeiten Kochsalz und Chlorcalcium mit sich, das Betriebswasser wird daher gereinigt und filtrirt.

Die Anlage, z. Z. mit 12 Dampfkesseln versehen, dient für Heiz- und Kraftzwecke; bei Tag und bei Nacht wird mit verschiedenem Druck gearbeitet: von morgens 7 Uhr bis abends mit dem höchsten Druck von 4,6 bis 4,9 kg/qcm, von 7 bis 11 Uhr abends, wo nur die Lichtmaschinen und Aufzüge in den Hotels Dampf beanspruchen, mit 3,5 kg/qcm, und von 11 Uhr abends bis 7 Uhr morgens, wo nur Dampf für Heizzwecke zu liefern ist, mit dem niedrigsten Druck von nur 2,8 kg/qcm.

Die Dampfleitung ist aus schmiedeisernen patentgeschweifsten Röhren hergestellt und besitzt eine Gesamtlänge von $2^1/_2$ engl. Meilen = rd. 4000 m. Die Entfernung des äufsersten Punktes von der Zentrale ist 1 engl. Meile = rd. 1600 m.

Ueber den Kesseln liegt ein schmiedeisernes 16" = 406 mm-Dampfsammelrohr. An dieses schliefst sich ein 12" = 305 mm-Rohr an, welches über den Fluss geht und dann 2,5 m unter Strafsenfläche in einem gemauerten, trapezförmigen, oben zugewölbten Kanal verlegt ist. Letzterer ist unten 1,8 m breit und ermöglicht den Zugang zur Leitung. Die Verbindungen der einzelnen Rohre sind normale Flanschverschraubungen mit Einlagen. Die gusseisernen Flansche sind, wie allgemein üblich, mit Gewinde auf die Rohre aufgeschraubt.

Alle 15 m sind einfache Ausgleicher angebracht, genau solche, wie sie bei der Beschreibung der New Yorker Anlage, S. 15, angegeben sind. Die Kupfermembranen sind so bemessen, dass sie Ausdehnungen von $1^1/_8$" = 29 mm aufnehmen können. Die Anordnung von Kugelgelenken an der einen Seite der einfachen Ausgleicher, um Ungenauigkeiten und Ablenkungen in der Rohrlegung auszugleichen, ist hier ebenfalls beibehalten. Auf der geraden Strecke sind auch doppelte Ausgleicher mit 2 Kupfermembranen in Entfernungen von 30 m angebracht. Die Ausgleicher sind durch seitlich angebrachte Stangen mit den Abzweigungspunkten an den Strafsenkreuzungen und diese ihrerseits durch gute Verankerung mit der Mauerung verbunden.

Zum Anschluss der Hausleitungen ist an dem festverlagerten Teil der Ausdehner oben und unten je eine Oeffnung angebracht. Wird nur Dampf für motorische Zwecke verlangt, so wird er an der oberen Oeffnung entnommen, wo er möglichst frei von Kondensationswasser ist. Für Heizzwecke wird der Dampf an der unteren Oeffnung entnommen.

Auch das Kondensationswasser der Hauptleitung wird an die Abnehmer des Heizdampfes abgegeben.

An jeder Strafsenecke ist ein Absperrventil in die Leitung eingesetzt, sodass bei Rohrbrüchen zu beiden Seiten des Bruches die Leitung abgeschlossen werden kann. Hiervon musste häufiger Gebrauch gemacht werden, da angeblich Rohrbrüche in der städtischen Wasserleitung Brüche in der Dampfleitung wegen einseitiger Abkühlung der letzteren durch das Wasser veranlassten.

Die Absperrventile sowohl wie die Ausdehner sind durch besondere mit einer Platte verschliefsbare Luken in der Strafsendecke zugänglich. Ferner sind sie frei von jeder Isolirung.

Die Umhüllung der übrigen Leitung ist in folgender Weise bewerkstelligt: Zunächst ist das Rohr mit einer 1″ = 25 mm dicken Asbestschnur umwickelt und dann mit Spielraum in eine starke eichene Holzumhüllung eingeschoben, sodass die Luftschicht auch als Isolirungsschicht wirkt. Bei den neueren Anlagen werden die Holzumhüllungen innen noch mit Zink ausgekleidet und aufsen asphaltirt, um das Holz gegen Feuchtigkeit möglichst zu schützen. Auf grund der Erfahrungen mit den Dampfleitungen in New York und Syracuse verlegt die Holly Co. in Lockport die Dampfleitungen so wie Wasserleitungen in die Erde. Nur die Absperrventile und Ausdehner werden zugänglich gemacht.

Die Leitung ist stets als volle Kreisleitung ausgebildet.

Sobald die Zweigleitung die Umfassungsmauer eines Gebäudes durchdrungen, geht der Dampf zunächst durch ein Absperrventil und dann, falls er nur für Heizzwecke benutzt wird, durch ein Druckverminderungsventil. Hier wird der Dampfdruck auf den für die vorhandenen Niederdruckheizungen erforderlichen Druck von nur 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm gedrosselt. Der Abnehmer hat es in der Hand, durch gröfsere oder geringere Gewichtsbelastung des Hebels den Druck nach Wunsch einzustellen. Eine Dampfmessung findet im allgemeinen nicht statt. Der Heizdampf wird in Syracuse mit 50 Cents für 1 Quadratfufs = rd. 23 ℳ für 1 qm Oberfläche des Heizkörpers verkauft. Wünscht jedoch der Abnehmer den Dampf nach Kubikfufs zu kaufen, so wird ein Dampfmesser in die Leitung eingesetzt.

Die Druckverminderungsventile fallen selbstverständlich weg, wenn der Dampf für Kraftzwecke benutzt wird. Der Dampf geht dann zunächst durch einen Dampfmesser und kurz vor dem Motor durch einen Wasserabscheider mit selbstthätiger Entwässerung. Der Auspuffdampf wird gewöhnlich noch für Heizzwecke benutzt.

Die Dampfmesser sind abweichend von den in New York gebräuchlichen als Flügelräder gebaut.

Im Winter wird gegenwärtig ungefähr gleichviel Kraft- und Heizdampf verkauft. Im Sommer wird nur Dampf für motorische Zwecke verlangt.

Auch öffentliche Gebäude, Kirchen, Schulen usw. beziehen den Dampf von der Gesellschaft, selbst solche, welche eigene Dampfkessel besitzen, jedoch den Wegfall des Dampfkesselbetriebes zu schätzen wissen. Das Stadthaus z. B. hat eine eigene Anlage, bezieht aber zum Betrieb seiner Aufzüge und Heizung den Dampf von der Gesellschaft für etwa 8000 $ jährlich.

In mehreren Gebäuden wird der Dampf auch zum Kochen benutzt, sodass jede Feuerung wegfällt. Die Versicherungsgebühren sind für solche Gebäude angeblich um 3 pCt geringer.

Der Kohlenverbrauch in der Zentralstation beträgt im Winter 80 bis 100 t und im Sommer 30 bis 40 t in 24 Std.

Der Wasserverbrauch ist im Winter 125000 bis 150000 Gall. = 475 bis 570 cbm, im Sommer 70000 bis 80000 Gall. = 265 bis 305 cbm in 24 Std.

Die Gesamtkosten der ganzen Anlage betragen 240000 $; die Anlage könnte jedoch auf grund der seitherigen Erfahrungen für 200000 $ hergestellt werden. Sie wurde vor 3½ Jahren von der American District Steam Co. in Lockport gebaut und wird auf Rechnung dieser Firma betrieben.

Dampfverteilungsanlage der Electric Power & Light Co. in Springfield, Ill.

In Springfield, Ill., wurde 1879 in den Werkstätten der Ide Engine Co. eine Zentrale für elektrisches Licht angelegt und vom Begründer der Fabrik wesentlich gefördert. Später wurde eine ehemalige Kirche als Station eingerichtet. Als diese nach einigen Jahren dem wachsenden Bedürfnisse nicht mehr genügte, wurde eine Neuanlage ausgeführt, in welcher Elektrizität zur Beleuchtung und Krafterzeugung erzeugt und der Auspuffdampf der Maschinen im Winter zu Heizzwecken benutzt wird.

Die Maschinenanlage besteht aus 5 schnelllaufenden Ide-Maschinen von je 125 PS und 2 von je 150 PS, welche 12 Dynamomaschinen mit Einzelriemen von den doppelten Schwungrädern aus antreiben. Die Maschinen sind in zwei parallelen Reihen so aufgestellt, dass die Cylinderenden einander zugekehrt sind und der Auspuff in zwei parallele Auspuffröhren von 150 mm Dmr. unter Maschinenflur stattfindet.

Zur Bogenlichtbeleuchtung dienen Thomson-Houston-Dynamos, von denen 5 für je 50 Lampen und 1 für 35 Lampen vorhanden sind. Für Glühlicht sind 2 Maschinen für 1300 Lampen im Betrieb. Zur Stromlieferung für die elektrischen Strafsenbahnen sind 3 Dynamos von je 80 PS und zum Betrieb von Kleinmotoren 1 Dynamo von 75 PS aufgestellt.

Den Dampf liefern 9 Rauchrohrkessel von zusammen ungefähr 7500 Quadratfufs = rd. 700 qm Heizfläche. Die Kessel und Maschinen sind von der Ide Co. geliefert. Zum Heizen der Kessel wird Kleinkohle benutzt, welche von den in der Nähe von Springfield befindlichen Zechen zu dem aufserordentlich niedrigen Preise von 70 Cts. für die Tonne bezogen wird. Abends sind 6 Maschinen im Betrieb.

Die Verteilung von Auspuffdampf zu Heizzwecken wurde im Winter 1890 mit einer Rohrleitung von 400 m Länge begonnen und ist jetzt 3 Jahre im zufriedenstellenden Betrieb.

Es liegen Verteilungsröhren in einer Länge von 3000 m, welche in einem Umkreis von ungefähr 8 Häuserblocks 60 Abnehmer mit Heizdampf versorgen. Die geheizten Räume umfassen einen Inhalt von 85000 cbm mit 3700 qm Oberfläche der Heizkörper. Die Gesellschaft ist verpflichtet, mindestens 0,14 kg/qcm Druck in den Röhren zu halten; der gewöhnliche Druck der Auspuffleitung ist jedoch 0,35 bis 0,42 kg/qcm. Versuche ergaben, dass der Spannungsverlust in einer Entfernung von 4000′ = 1200 m 0,02 kg/qcm beträgt.

Die Dampfverteilungsanlage ist von der American District Steam Co. in Lockport, N. Y., ausgeführt. Die Art der Ausführung kann aber nicht als ursprüngliches Holly-System bezeichnet werden, da dieses nur Hochdruckdampf zu verteilen beabsichtigte. Das Verteilungsrohr von 200 mm Dmr. ist aus Schmiedeisen, in Mineralwolle eingebettet und mit Holz verschalt. Ausdehnungsvorrichtungen von Emery sind in Entfernungen von je 15 m angebracht.

Die Entwässerung der Heizröhren der Gebäude erfolgt durch denselben Topf, durch welchen die Strafsenleitung an den Hausanschlüssen entwässert wird, indem von den unteren Enden der aufsteigenden Heizröhren Wasserleitungsröhren nach dem Topfe führen.

Im Falle der Abnehmer einen eigenen Dampfkessel besitzt, wird das Kondensationswasser zunächst in diesen Kessel geleitet und von da aus selbstthätig dem Kanal zugeführt. Diese Anordnung soll die Möglichkeit bieten, bei plötzlichem Ausbleiben des Dampfes von der Zentrale den Dampfkessel des Abnehmers in einigen Minuten zum Betrieb der Heizung benutzen zu können.

Das Kondensationswasser wird nicht zur Zentrale zurückgeleitet, dagegen soll seine Wärme dadurch ausgenutzt werden, dass zwischen Wasserabscheider und Kanal ein

Röhrensystem eingeschaltet wird, das zur Heizung der Vorräume dient.

Die Verträge der Gesellschaft mit den Abnehmern werden in der Regel auf 5 Jahre abgeschlossen, in welchem Falle die Gesellschaft die Hausanschlüsse an die Hauptleitung auf ihre Kosten herstellt. Wünscht der Abnehmer den Anschluss für eine kürzere Zeit, so muss er selbst für die Anschlusskosten aufkommen.

Früher wurden die Heizungskosten nach dem Inhalt der geheizten Räume bestimmt, jetzt nach der Heizfläche der Heizkörper, und zwar werden pro Quadratfuſs und Jahr 25 Cents (pro qm und Jahr 11,5 ℳ) gerechnet. Der Dampf wird nicht gemessen. Die Verträge lauten sehr unbestimmt: Die Unternehmung verpflichtet sich: »genügend Dampf zu liefern, die Heizkörper im Gebäude des Abnehmers gehörig zu füllen«, und der Abnehmer ist verpflichtet: »nicht mehr Dampf zu verbrauchen, als für die gehörige Erwärmung der nachverzeichneten Räume . . . erforderlich ist, den Dampf in Zimmern abzustellen, die nicht täglich in Gebrauch sind, sowie dann, wenn Dampf nicht gebraucht wird.« Dampf wird während des ganzen Jahres geliefert und steht den Abnehmern zu jeder Zeit zur Verfügung. Im allgemeinen wird für die Heizanlage für je 80 Kubikfuſs Luftraum 1 Quadratfuſs Heizfläche (für rd. 24 cbm Luftraum 1 qm Heizfläche) gerechnet, bei frei liegenden Eckzimmern für 70 Kubikfuſs 1 Quadratfuſs (für 21 cbm Luftraum 1 qm Heizfläche).

Die reinen Mehreinnahmen für Heizung sollen etwa 2000 $ jährlich betragen.

Anlage der Boston Heating Co. in Boston. (Prall's System.)

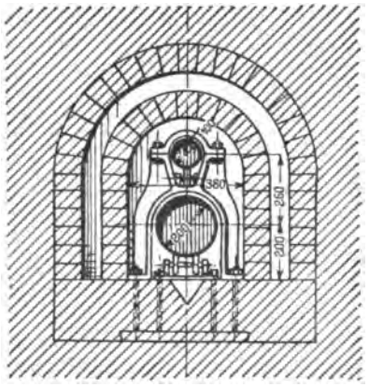
Diese Anlage wurde 1888 in Boston ausgeführt und beruhte im wesentlichen auf der Verteilung von Heiſswasser von 350° bis 400° F (rd. 175° bis 200° C) zum Zweck der Wärme- und Kraftlieferung. Ueber diese Anlage, die schon kurz nach ihrer Ingangsetzung gescheitert ist, sind nur noch wenige verlässliche Angaben zu erhalten.

Der Grundgedanke war folgender:

In einem Kesselhause wird Wasser von hoher Temperatur und Spannung erzeugt, durch eine Druckpumpe angesaugt, durch ein Rohrnetz in die Stadt gedrückt und an die einzelnen Verbrauchsstellen verteilt. Das nicht verbrauchte und abgekühlte Wasser wird wieder in den Kessel zurückgepumpt. Parallel zum Verteilungsnetz für das Warmwasser läuft ein geschlossenes Rücklaufrohr. In dieses wird das Verbrauchs- und Kondensationswasser aus den einzelnen Betrieben geleitet und durch ein zweites Pumpwerk in der Zentralstation in die Kessel zurückgepumpt. Der Zweck der beiden Pumpen ist daher nur die Erhaltung des Wasserumlaufes in den beiden Rohrsystemen.

Fig. 36.

Warmwasserverteilung Boston.
Kanalquerschnitt.
Mafsstab 1:25.



An das Warmwasserrohr sind in einzelnen Abschnitten Verteilungskessel angelegt, von denen aus die Zweigröhren zu den einzelnen Gebäuden führen. Die Rückleitung für das Kondensationswasser und das nicht verbrauchte Wasser ist so angelegt, dass sie nach der Zentralstation hin Fall besitzt, also alles Wasser von selbst der Zentralstation zufliefst. Dabei ist vorausgesetzt, dass die beiden Rohrsysteme, das Verteilungs- und das Rückleitungsrohrsystem, wenn einmal gefüllt, auch immer voll erhalten werden.

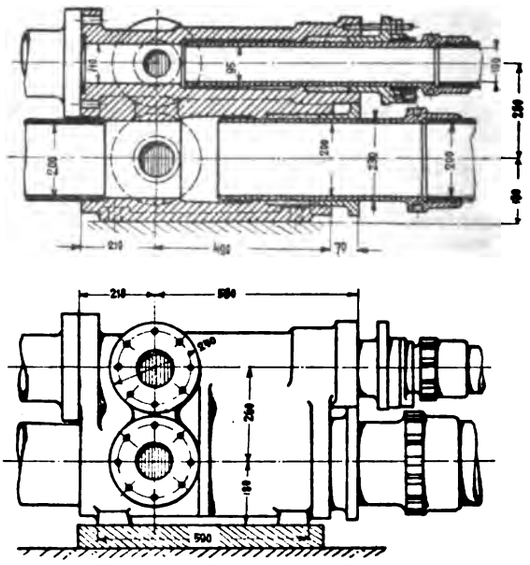
Bei dieser Anordnung gelangt das Wasser, soweit Wärme abgegeben wird, zum gröfsten Teile schon durch das Hauptverteilungsrohr, soweit Kraft abgegeben wird, durch das Rückleitungsrohr wieder zur Zentralstelle zurück. Das Wasser ist dabei nur das Mittel, die Wärme auf gröfsere Entfernung in einer für die Fernleitung geeigneten Form zu verteilen.

Die Rohrleitungen sind in Einschnitten über einander gelegt, und zwar liegt das 4" (100 mm)-Hauptverteilungsrohr oben, das 8" (200 mm)-Rückleitungsrohr unten (s. Querschnitt Fig. 13).

Diese Abmessungen wurden in der Annahme gewählt, dass in dem Verteilungsrohr für das Warmwasser durch die Druckpumpen hohe Geschwindigkeit, 1,5 bis 3 m/sek, erzielt werden könne, dass die Widerstände bei dieser Geschwindigkeit von geringerem Belang seien als die Wärmeverluste. Hohe Geschwindigkeit schafft kleinere Strahlungsoberfläche und gestattet leichter ausführbare gute Umhüllung.

Fig. 37.

Warmwasserverteilung Boston.
Ausdehner.
Mafsstab 1:20.



Im Rückleitungsrohr hingegen, wenn selbstthätiger Zufluss des Wassers in die Zentralstation stattfinden soll, wurde die Geschwindigkeit klein gewählt, um die Strömungswiderstände möglichst zu verringern.

Die Vorrichtungen zur Unterstützung der Rohrleitung und der Ausdehner sind aus Fig. 36 ersichtlich.

Die Rohrleitungen wurden zwischen State und Broad Street, Atlantic Avenue und Washington Street verlegt.

Zur Sicherung der Ausdehnung wurden sowohl im Verteilungs- als im Rückleitungsrohrnetz Stopfbüchsenausdehner, Fig. 37, angebracht, deren festliegende Teile auf Mauerwerk

fundirt und verschraubt wurden. Die Stopfbüchsen wurden mit Asbestschnur verpackt. Die beweglichen Einschubröhren waren aus Phosphorbronze hergestellt.

Die Stopfbüchsen waren so angeordnet, dass die Verteilungsröhren einem Ausschub von 12″ = 305 mm, die Rückleitungsröhren von 8″ = 203 mm folgen konnten. Die Ausdehner wurden in Entfernungen von 45 m ausgeführt.

Um die Zuverlässigkeit der Ausdehner zu prüfen, begnügte man sich mit einem in einer Werkstätte durchgeführten Versuch, wobei unter einem Druck von 450 Pfd. = 32 kg/qcm das Einschubrohr durch einen Hebel aus- und eingeschoben wurde, ohne dass sich Undichtheit ergab.

Ueber jedem Stopfbüchsenausdehner wurde ein Zugangsschacht und ein Verschlussdeckel angebracht.

Im feststehenden Teile der Ausdehner waren Absperrventile angebracht, vermittels deren die Zweiganschlüsse während des Betriebes hergestellt werden konnten, und welche auch im Falle von Reparaturen oder Erneuerung der Packungen zur Absperrung einzelner Rohrstrecken dienen konnten.

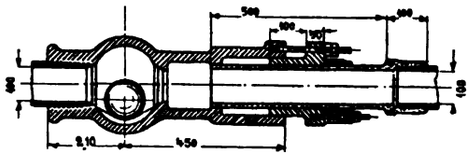
Zur Sicherung gegen Unfälle im Falle von Rohrbrüchen wurden selbstthätige Rückschlagventile, Fig. 38, eingeschaltet,

Fig. 38.

Warmwasserverteilung Boston.

Rückschlagventil.

Mafsstab 1:20



bestehend aus einfachen Kugeln, welche im normalen Zustande auf Rippen auflagern und so grofses Gewicht besitzen, dass sie bei normaler Durchflussgeschwindigkeit nicht bewegt werden. Erst bei Erreichung einer Geschwindigkeit von 6 m/sek soll das Ventil durch den Wasserstrom gegen den konischen Sitz geworfen werden und die Leitung selbstthätig abschliefsen.

Auch mit diesen Rückschlagventilen wurden nur sehr rohe Versuche angestellt, welche angeblich die gute Wirkung der Ventile nachgewiesen haben. Was im Falle der Erreichung einer thatsächlichen Wassergeschwindigkeit von 6 m/sek geschieht, wenn das Ventil mitten in der Strömung sich schliefst, wird nicht gesagt. Auch waren Sicherheitsventile nicht vorgesehen. Die Rückschlagventile wurden in Entfernungen von ungefähr 30 m angebracht.

Für die Ausnutzung des Heifswassers waren alle möglichen Verbesserungen in Aussicht genommen. Die Heizanlagen erhielten, soweit sie neu hergestellt werden konnten, Strahlkörper für hohen Druck, sodass unmittelbar die hohe Temperatur des Heifswassers verwendet werden konnte. Für die vorhandenen Niederdruckheizungen hingegen wurden »Konverters« eingeschaltet, die aus einem grofsen Behälter mit Druckverminderungsventil bestanden; das Heifswasser mündet unten in den Behälter ein und kann darin unter vermindertem Druck verdampfen; an der obersten Stelle des Behälters, wo das Dampfrohr angeschlossen ist, erfolgt die Abzweigung in das Gebäude. Zur Ausrüstung des Konverters dienen ein Manometer und ein Sicherheitsventil.

Das nicht verdampfte Warmwasser sowie das Kondensationswasser der Heizeinrichtungen wurden durch Vermittlung eines Automaten in das Rücklaufrohr geleitet. In solchen Fällen, wo Heifswasser nur für Dampfmaschinenbetrieb abzugeben war, wurde der Konverter nur entsprechend vergröfsert, sodass sich eine genügende Dampfmenge aus dem Warmwasser unter vermindertem Druck bilden konnte. Hierbei wurde der Konverter durchschnittlich mit dem 10fachen Volumen des Dampfcylinders ausgeführt.

In solchen Fällen hingegen, wo Warmwasser sowohl für Kraft- als Heizungsbetrieb abzugeben war, wurde ein Doppelkonverter mit 2 hinter einander liegenden Druckverminderungsventilen ausgeführt; das erste erzeugte diejenige Spannung, welche für den Maschinenbetrieb notwendig ist, und das nicht verdampfte Wasser wurde aus dem ersten Ventil durch das zweite in den nächsten Konverter geleitet und dort auf die erforderliche Heizspannung abgespannt.

Wesentlich für die Durchführung des Systems der Fernleitung von Wasser von hoher Temperatur ist der Wärmeschutz. Die Leitungsröhren wurden mit Asbestschnüren geschützt, jedoch so verlegt, dass die Verlegungskanäle gegen Luftbewegungen und Wärmestrahlungen vollständig gesichert waren. Das Rohrsystem war mit einer Gallerie ummauert, Fig. 36, welche einen Luftraum von durchschnittlich 100 mm unter den Röhren freilässt, und über diese Gallerie war mit 50 mm Spielraum eine zweite Gallerie gemauert, sodass auch bei hoher Temperatur und minderwertiger Umhüllung durch die Wirkung der Luftschichten ein erheblicher Wärmeverlust nicht eintreten konnte.

Die Anlage wurde hauptsächlich gebaut unter dem Hinweise auf die in amerikanischen Städten in grofsem Mafsstabe durchgeführte Dampfverteilung und auf die Vorteile, welche das Warmwasser durch sein geringeres Volumen als Energieleiter darbietet.

Ueber die Vorteile der Warmwasserverteilung sind ganz merkwürdige Anschauungen zum besten gegeben worden, u. a. die Anschauung, es sei wegen der grofsen Elastizität des Dampfes nicht möglich, diesen durch Rohrleitungen zu pumpen, der Dampf müsse unter Druckverlust durch die Röhren fliefsen, und dieser Druckverlust sei eine Quelle grofser Uebel, Wasser dagegen könne nach Belieben durch die Röhren gedrückt werden.

Aufserdem kehrt die Annahme immer wieder, dass Dampf ohne unerträgliche Verluste mit gröfserer Geschwindigkeit als 20′ = 6 m i. d. Min. nicht bewegt werden könne, und dass Dampf mit höherer Spannung als 100 Pfd. = 7 Atm. und entsprechend hoher Temperatur nicht verteilt werden könne, während Wasserpressungen von 50 bis 70 Atm. erfahrungsgemäfs keine Schwierigkeiten bereiteten und geringe Rohrabmessungen zuliefsen.

In der Erörterung der Vorteile der grofsen Energieaufspeicherung durch Warmwasserleitung spielten sogar Vergleiche mit dem Golfstrom eine wesentliche Rolle; die Zentralstationen wurden mit den Tropen verglichen, welche den Golfstrom erwärmen, der dann im nördlichen Europa Wärme verteilt.

Die Bostoner Anlage wurde Ende Dezember 1888 in Betrieb gesetzt. Zuerst wurde während zweier Tage Warmwasser von geringer Temperatur durch die Leitung gepumpt, um die Röhren zu reinigen; dann wurde die Leitung allmählich auf 380° F = rd. 195° C erwärmt, wobei sich alle Verbindungen als dicht erwiesen. Hierauf wurde die Leitung mehrere Tage mit Pottasche ausgewaschen, um alles Fett zu entfernen, und endlich mit reinem Heifswasser in Betrieb genommen. Zu Anfang wurden einige 20 grofse Gebäude mit Warmwasser versorgt.

Das Unternehmen endete bald mit einem vollständigen Misserfolg, und schon im folgenden Jahre wurde der Betrieb eingestellt und alle Rohrleitungen entfernt.

Zu den Berichten über Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika möchte ich noch einige Beispiele über die Konstruktions- und Betriebsverhältnisse älterer elektrischer Anlagen, sowie über mehrere kleine Anlagen hinzufügen und die Bearbeitung dieses weit ausgedehnten Gebietes mit einem allgemeinen Ueberblick über die in Zukunft zu erwartenden Fortschritte abschliefsen.

A. Riedler.

Kraft- und Lichtversorgung grofser Gebäude in Nordamerika.

Dass die Amerikaner viel gröfsere Kosten für die Annehmlichkeiten der materiellen Kultur aufwenden als wir, zeigen namentlich die neueren amerikanischen Hotels sowie die grofsen Geschäftshäuser und ihre grofsartigen Maschinenanlagen.

Die Ansprüche, welche die Amerikaner im allgemeinen und insbesondere die Geld besitzenden und ausgebenden reisenden Amerikaner schon an die Reisegelegenheiten stellen, gehen weit über unsere höchsten Anforderungen hinaus. Diese Ansprüche, nicht unsere eigenen, sind ja bekanntlich die Ursache, dass europäische Hotels, welche ihre überseeischen Reisenden festhalten wollen, ganz anders ausgestattet sind, als sonst im Durchschnitt bei uns üblich. Der amerikanische Einfluss äufsert sich auf die Dampferlinien, welche überwiegend von Amerikanern benutzt werden. Wer solche Dampfer, insbesondere die deutschen Schnelldampfer, nur oberflächlich kennen lernt — und das ist wohl die Mehrzahl der Reisenden —, gewinnt wohl den Eindruck, als ob die Schnelldampfer, die im technischen Fortschritt der Neuzeit den allerersten Rang einnehmen, nicht technische Leistungen seien, sondern schwimmende Hotels ersten Ranges, deren Annehmlichkeiten nur durch den etwas beschränkten Kabinenraum und zumeist durch die unvermeidlichen Schwankungen des Schiffes beeinträchtigt werden.

Der rein technische Dienst auf den heutigen Schnelldampfern vollzieht sich trotz der ungeheueren Schwierigkeiten und selbst der Gefahren dieser gröfsten aller bisherigen Maschinenbetriebe in einer so ruhigen lautlosen Weise, dass der Reisende, abgesehen von einigen Mängeln althergebrachter Aschenaufzüge und vom Stampfen der Maschine bei hohem Seegang, vom 12- bis 20000pferdigen Maschinenbetrieb auf mäfsig rasch fahrenden Dampfern kaum irgend etwas wahrnimmt. Es ist mir immer vorgekommen, dass das reisende Publikum höchlichst erstaunt war, vom Ingenieur von der grofsen Zahl der Kesselfeuer und von den Gefahren und Mühen des Maschinenbetriebes zu hören. Der Eindruck des grofsen Hotels ist der bleibende und bei der grofsen Masse der Reisenden der einzige, und die Beurteilung der Dampfer erfolgt nach Fahrzeit, Kost und Ausstattung.

Aehnliche Verhältnisse haben sich schon seit langer Zeit bei den amerikanischen Eisenbahnen herausgebildet und sind neuerdings ganz mächtig gefördert worden durch die Einführung der grofsen Schnellzüge zwischen New York und Chicago auf den beiden Hauptlinien zwischen diesen Städten: der New York Central- und der Pennsylvania-Eisenbahn. Auch hier haben die Anforderungen der Amerikaner eine Ausstattung der Züge zu gunsten der Bequemlichkeit der Reisenden veranlasst, die eine bei uns nicht erreichte Höhe erlangt hat. Was unsere Schlafwagengesellschaften leisten, ist ärmlich gegen die amerikanischen Verhältnisse, und selbst die Verbesserungen, welche die Staatsbahnverwaltung einführte, sind willkommene, aber bescheidene Anfänge dessen, was drüben längst eingebürgert ist. Die raschfahrenden Schnellzüge zwischen New York und Chicago sind auch im wesentlichen fahrende Hotels, ausgestattet mit Speisewagen, Bibliothek, Salon, Rauchsalon, Badezimmer, Barbierstube, die während der Fahrt bequem und gefahrlos benutzt wird, und, nicht zu vergessen, mit Stenographen mit Schreibmaschine zu Diensten des Geschäftspublikums.

Schon aus dem Vorhandensein solcher Einrichtungen folgt, dass die Amerikaner auf diesem Gebiete mehr beanspruchen als wir. Dies äufsert sich im grofsartigsten Mafsstabe bei den amerikanischen Hotels, worüber im Nachfolgenden einige Andeutungen, soweit die technischen Einrichtungen in Frage kommen, folgen sollen.

Um von den Kosten solcher Hotelausstattung und ihrer in neuester Zeit im grofsartigsten Mafsstabe eingeführten technischen Betriebseinrichtungen eine richtige Vorstellung zu geben, möchte ich vorausschicken, dass Hotels im allgemeinen, wie eine einfache Ueberlegung und Rechnung zeigt, zu denjenigen Betrieben gehören, welche mit einem verhältnismäfsig sehr grofsen Betriebskapital und hohen laufenden Betriebsauslagen arbeiten, während andererseits der Jahresumsatz auch unter den günstigsten Verhältnissen, insbesondere aber gegenüber der durchschnittlichen Ausnutzung der Betriebseinrichtungen, ein sehr geringer ist. Auch solche Hotels, welche nicht mit ungewöhnlichen technischen Einrichtungen ausgestattet sind, haben einen Umsatz, viel niedriger als das Anlagekapital. Dies hat notwendigerweise zur Folge, dass zu den Selbstkosten des Gebotenen ein Zuschlag von mehreren hundert Prozent hinzugefügt werden muss. Dies erklärt die notwendig hohen Preise gröfserer Hotels. Nicht zum wenigsten tragen zu diesen hohen Kosten die zahlreichen, kostspieligen und kostbar ausgestatteten Empfangs- und Nebenräume bei, deren durchschnittliche Ausnutzung aber eine sehr verschwindende ist. Auch auf den erwähnten Schnelldampfern ist es ähnlich. Ihre überprächtigen und überladenen Prunkräume dienen fast nur zur Schaustellung und dazu, dem Geschmack der Amerikaner entgegenzukommen; benutzt werden sie fast nicht und sind auch meist dorthin gelegt, wo der Sterbliche sich mit den veränderlichen Vertikalbeschleunigungen bei hohem Seegange am schlechtesten abfindet.

Noch mehr treten die geschilderten Verhältnisse bei den in neuester Zeit nach den neuesten Anforderungen in Amerika gebauten grofsartigen Hotels hervor, welche neben ihrer sonstigen prunkvollen Ausstattung auch noch mit riesigen maschinentechnischen Einrichtungen versehen sind. Dies gilt insbesondere für die in den letzten vier Jahren in New York errichteten Hotels. Hier verlangt der wohlhabende reisende Amerikaner nahezu alles, was die heutige Technik an Annehmlichkeiten zu bieten vermag, und infolgedessen ist die Ausstattung der Hotels mit technischen Einrichtungen eine für unsere Gewohnheiten und Anforderungen geradezu fabelhafte. Diese neuesten Hotels sind thatsächlich Musteranstalten. Dem Reisenden wird alles nur Erdenkliche geboten, wohlgemerkt: dem Reisenden, der Geld hat und ausgiebt.

Für den vorliegenden Bericht kommt nur die technische Seite in betracht; aber gerade diese ist eine erstaunlich grofse, und zwar kommt der technische Grofsbetrieb für Hoteleinrichtungen nicht vereinzelt, sondern fast in allen neueren und gröfseren Hotels vor. Der Maschinenbetrieb einzelner solcher Hotels übersteigt vielfach an Kosten und Bedeutung den technischen Grofsbetrieb von Städten, d. i. der Wasserwerke, Licht- und Kühlanlagen mittelgrofser Städte, und ist

in mehreren Fällen zu einem Grofsbetrieb mit vollständiger technischer Organisation herangewachsen. Die hierauf bezüglichen technischen Verhältnisse dürften sich zunächst am besten aus einer allgemeinen Beschreibung einzelner hervorragender Anlagen ergeben, und ich wähle hierzu mehrere der neueren Hotels in New York. Ausführliche Angaben über technische Einzelheiten nebst Zeichnungen werde ich in späteren Berichten noch nachtragen.

Unter den neueren Hotels ist das Waldorf-Hotel in New York dasjenige, welches alle anderen in den technischen Betriebsmitteln überragt. Es mag hinzugefügt werden: bisher überragt, denn gerade auf diesem Gebiete wird neuestens ein Tempo eingeschlagen, welches vermuten lässt, dass demnächst die Prachthotels die Regel bilden werden. Noch vor 10 Jahren bestand kein Hotel mit grofsen maschinentechnischen Betriebsmitteln. Im Lande galten überwiegend einige Hotels der westlichen Städte: das Palmer-Haus und das Pacific-Hotel in Chicago sowie das Palace-Hotel in San Francisco als Inbegriff der höchsten Leistungen auf diesem Gebiete, welche Bewunderung sich aber auch seinerzeit eigentlich nur auf die Gröfse der Karawanserei, nicht aber auf die technischen Betriebsmittel beziehen konnte. Auch in New York galten noch vor 3 Jahren das 5. Avenue-Hotel, das Hofmann-Haus, das Brunswick-Hotel und das Windsor-Hotel als Anlagen, welche kaum ihres Gleichen fänden. Heute gilt zwar ihre Ausstattung immer noch als vollwertig, ihre maschinentechnischen Einrichtungen hingegen sind für die heutigen Anforderungen dürftig, wie nachfolgende Angaben zeigen, und diese Betriebsmittel werden auch im Wettbewerbe mit den neuen Prachthotels eine Umänderung erfahren.

Erst vor 2 Jahren sind die ersten Prachthotels in Betrieb gekommen; überall hörte man das Lob über die Wunder des Plaza-Hotels und des Holland-Hauses, und heute sind auch diese schon durch die auch technisch vollkommener eingerichteten Hotels, u. a. das Waldorf-Hotel, das Savoy-Hotel, weit überholt, und andere Prachtbauten, wie das neue Netherland-Haus, harren ihrer Vollendung.

Das Waldorf-Hotel ist erst vor einigen Wochen eröffnet worden und noch nicht vollständig im Betrieb. Es ist mit ungewöhnlichem Luxus ausgestattet und besitzt z. Z. die bedeutendste Maschineneinrichtung. Um einen Mafsstab zu geben, erwähne ich, dass diesem Hotel bei vollster Ausnutzung, die aber der laufende Betrieb nicht erfordert, über 2000 PS für Heizung und Maschinenbetrieb zur Verfügung stehen. Die Gesamtzahl der zu versorgenden Glühlichter beträgt rd. 10000. Die für den Betrieb erforderliche Wassermenge wird durch eine gröfsere Zahl von Duplexpumpen geliefert, deren gröfste Leistungsfähigkeit einer Tagesleistung von mehr als 13000 cbm entspricht. Die Betriebskraft überragt daher den Durchschnittsbedarf mittelgrofser europäischer Städte. Dieser Vergleich dürfte von vornherein ein Bild von den grofsen technischen Mitteln des Hotels geben und ist absichtlich vorangestellt, damit nicht Zweifel entstehen, ob sich bei den obigen Ziffernangaben die Anzahl der Nullen auf dem Wege über den Ozean um eine oder die andere vermehrt haben könnte.

Allerdings ist hinzuzufügen: diese Ziffern beziehen sich auf die verfügbaren technischen Einrichtungen für den vollständigen, jetzt noch nicht vorhandenen Betrieb des Hotels. Die Ausnutzung dieser Einrichtungen ist naturgemäfs im Tages- und noch mehr im Jahresdurchschnitt eine sehr geringe.

Der Betrieb der Kältemaschinen sowie der Lüftungseinrichtungen ist während eines grofsen Teils des Jahres fast ununterbrochen. Diese beiden Betriebe zusammen dürften etwa $^1/_5$ der gesamten motorischen Kraft ausmachen.

Der Lichtbetrieb dürfte im Durchschnitt in den Wintermonaten etwa die Hälfte der Leistungsfähigkeit des Kraftbetriebes in Anspruch nehmen; der Aufzugsbetrieb im Jahresdurchschnitt etwa $^1/_{10}$.

Wenn demnach auch der durchschnittliche Betrieb und der erforderliche Kraft- und Brennstoffaufwand wesentlich geringer sind und sich auf etwa $^1/_4$ der Gesamtleistung im Jahresdurchschnitt stellen, so handelt es sich dennoch um einen Grofsbetrieb, welcher in den Wintermonaten und in den Morgen- und Abendstunden im vollen Umfange in Anspruch genommen wird. Dass zu solchem Betriebe sachverständige Leitung durch einen oder mehrere Ingenieure und Assistenten mit technisch geschultem Hilfspersonal erforderlich ist, versteht sich von selbst. Im Waldorf-Hotel sind ungefähr 35 Personen zur Durchführung des maschinentechnischen Betriebes erforderlich. Diese Zahl schliefst den Kohlentransport nicht ein, hingegen den ganzen elektrischen Betrieb, die Kesselheizung und alle Aufsicht.

Die technischen Einrichtungen für Aufzugsbetrieb, Beleuchtung, Lüftung und Heizung sind in ähnlicher Weise in anderen amerikanischen Hotels durchgeführt und erprobt, und viele Einrichtungen sind typisch geworden. Ich beabsichtige deshalb, über die Maschineneinrichtungen einiger hervorragender Gebäude später ausführlich zu berichten und aufser den Einzelheiten auch die Betriebskosten näher anzugeben, welche bei dieser neuen Unternehmung selbstverständlich noch nicht festzustellen sind. Auch werde ich diese später folgenden Erläuterungen durch entsprechende Zeichnungen begleiten und mit Angaben über Betriebserfahrungen versehen können.

Hier mag noch hinzugefügt werden, dass das Waldorf- und das Savoy-Hotel aufser Heizung und Beleuchtung auch die Kälteerzeugung in ihren Grofsbetrieb aufgenommen haben. Ich glaube, dass dies noch nicht in dem Umfange geschehen ist, wie er sich in Zukunft zweifellos bei den amerikanischen Hotels gegenüber den immer weiter gehenden Anforderungen ausbilden wird.

Gerade in Amerika, bei den äufserst ungünstigen klimatischen Verhältnissen im Sommer, der ungeheuer schwülen Hitze, welche im Juli und August oft andauernd 30° bis 35° R im Schatten beträgt, wird die Entwicklung der Kühleinrichtungen und vor allem der Kälteverteilung nicht blofs für den Kleinbedarf von Küche und Keller, sondern auch für die Bequemlichkeit der im Gebäude Wohnenden einer grofsen Zukunft entgegengehen; die Amerikaner werden die ersten sein, welche im grofsen Mafsstabe solche Einrichtungen anwenden, weil das Bedürfnis dafür vorhanden ist, und weil die Einrichtungen auch bezahlt werden.

Im Nachfolgenden ist die wesentliche technische Einrichtung einiger Hotels kurz skizzirt.

Maschineneinrichtungen von Hotels in New York.

Waldorf-Hotel.

Für die technische Einrichtung dieses Hotels, d. i. für Beleuchtung, Heizung, für Wärme- und Kältelieferung und für die Lüftung ist im Kellergeschoss eine Maschinenanlage als eigentliche Kraftstation aufgestellt. Die Dampfkessel dienen für den Kraftbetrieb und aufserdem für Heizzwecke. Die Heizung erfolgt in der Regel durch den Auspuffdampf der Maschinen. Wenn im strengen Winter der Auspuffdampf allein nicht mehr ausreicht, wird mit frischem Kesseldampf geheizt. Im Sommer wird aller Betriebsdampf der Maschinen ausgepufft; Kondensation des Dampfes ist nicht vorgesorgt.

Die vorhandene Maschinenkraft einschliefslich Heizung beträgt im ganzen etwa 2000 PS. Es sind 16 Dampfmaschinen aufgestellt, darunter 4 Straight Line-Dampfmaschinen zur Erzeugung des elektrischen Lichtes, die übrigen zum Betriebe der Bäckerei, Schlächterei, Wurstfabrik, der grofsen Waschanstalt, Kücheneinrichtungen, Ventilation, der Rohrpost, Eis- und Kältemaschinen, zur Zerkleinerung des Eises usw. Aufserdem sind in verschiedenen Stockwerken

Hilfsmaschinen und kleinere Lüftungsmaschinen und im obersten Stockwerk eine 100pferdige Dampfmaschine zum Betriebe der Wasch- und Trockenmaschinen aufgestellt.

Zum Betriebe der Personen- und Gepäckaufzüge, zur Versorgung der Zimmer und insbesondere der Küche mit kaltem und warmem Wasser, zur Versorgung der Klosetts, der Wäscherei, Bäckerei, Schlächterei, ferner für Feuerlöschzwecke, Versorgung der Eismaschinen, Speisung der Kessel, der Vorwärmer und für die Entfernung der Abwässer dienen nicht weniger als 33 Duplexpumpen und 6 einfache Dampfpumpen, übersichtlich in Reihen neben einander im Kellergeschoss aufgestellt. Für die Dampferzeugung sind gegenwärtig 4 Babcock & Wilcox-Dampfkessel aufgestellt; sie sind aufserhalb des eigentlichen Gebäudes an der vorderen Hauptfront unter dem Bürgersteige untergebracht. Eine Explosion, welche bei den Wilcox-Kesseln ihrer Ausbildung als Sicherheitskessel wegen nicht sonderlich schlimme Folgen nach sich ziehen kann, würde somit das eigentliche Gebäude und die darin befindlichen Menschen nicht gefährden und nach amerikanischer Ansicht und Uebung ungefährlich sein. Unmittelbar über den Kesseln entwickelt sich, wie in Amerika üblich, der Strafsenverkehr; die Fufswege sind mit Oberlichtplatten versehen. Diese Aufstellung der Dampfkessel gewährt den Vorteil leichter Kohlenzufuhr und Aschenabfuhr von und nach der Strafse.

Ueber dem Maschinenkeller befinden sich die Küche, Schlächterei und Bäckerei. Neben dem Kesselhause sind innerhalb der Hauptfrontmauer die 4 Straight Line-Maschinen mit je 2 von der Kurbelwelle angetriebenen Dynamos aufgestellt. In der südwestlichen Ecke sind die Pumpen mit den Wasserbehältern, an der Rückwand die Eismaschinenabteilung und die Rohrpost-Gebläsemaschinen untergebracht.

Sämtliche Dampf- und Pumpmaschinen sind Auspuffmaschinen ohne Kondensation, wie dies in New York die Regel ist. Die Beschaffung des Kondensationswassers ist für die hier gegebenen Bodenverhältnisse zu teuer, und Kondensationsbetrieb während der wenigen Sommermonate wird als zu kostspielig und umständlich betrachtet. Als Speisewasser für die Kessel dient das aus dem Heizröhrensystem des Gebäudes zurückkehrende Kondensationswasser. Dies kommt während des Winterbetriebes einer Oberflächenkondensation gleich. Die Dampfkessel sind für 8 Atm. Dampfdruck konstruirt.

Die zur Erzeugung des elektrischen Lichtes dienenden bekannten Straight Line-Maschinen haben rd. 500 mm Hub und entwickeln jede bei 235 Min.-Umdr. durchschnittlich rd. 250 PS. Eine Maschine genügt für die Tagesleistung, während nachts drei betrieben werden und eine in der Regel in Reserve bleibt. Diese raschlaufenden Dampfmaschinen treiben je 2 Dynamos, je eine auf jedem Kurbelende, unmittelbar an. Die Dynamos sind von der Edison-Gesellschaft in Schenectady, N. Y., gebaut. In der Kurbelscheibe ist der Achsenfederregulator untergebracht, welcher die Voreilung und den Hub des Exzenters verstellt. Die Kurbelkröpfung als solche ist als Schwungrad unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Ausgleichung der einseitig wirkenden Massen ausgebildet.

Auf eine besonders reichliche Bemessung der gleitenden Flächen und ausreichende Schmierung ist grofse Sorgfalt aufgewendet. Kolben- und Schieberstangen sind nur in Büchsen geführt, ohne irgend welche Packung. Die Maschinen laufen bei 235 Min.-Umdr. lautlos und haben sich im Betriebe aufserordentlich bewährt.

Diese 4 Maschinen speisen rd. 10000 Glühlampen. Die verwendete Stromspannung beträgt 110 V. Die Stromverteilung geschieht nach dem Zweileitersystem, kann aber auch in ein Dreileitersystem umgeschaltet werden.

Eine 10pferdige Dampfmaschine dient zum Betriebe eines Kapselgebläses für die im Gebäude vorhandene Rohrpost. Der hierzu verwandte Luftdruck beträgt 6 bis 7 Pfd. (0,4 bis 0,5 kg/qcm).

Die Wasserpumpen, 33 an der Zahl, dienen einer durchschnittlichen Wasserlieferung von 6000 bis 8000 cbm Tagesleistung. Das Wasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen und dient nur zur Speisung der Wäschereien, Bäder, Küchen, der Bäckerei und Schlächterei usw. Die Aufzüge drücken das Wasser immer wieder in die Saugbehälter neben den Pumpen zurück, und ebenso kommt der weitaus gröfste Teil des Kesselspeisewassers als kondensirtes Wasser aus der Heizung zurück. Das städtische Leitungswasser fliefst aus einem im Zentralpark befindlichen offenen Behälter zu und besitzt in der Nähe des Hotels noch einen Druck von $1^1/_2$ Atm.

Zur Bewältigung des Verkehrs innerhalb der 14 Stockwerke des Gebäudes dienen 10 hydraulische Aufzüge; die Aufzugsmaschinen sind mit Flaschenzugübersetzung versehen. Meist sind diese Flaschenzüge liegend angeordnet. Zur Aufnahme des Druckwassers sowie zur Ausgleichung der Druckschwankungen dient je ein grofser Windkessel im Keller und einer im Dachgeschoss, entsprechend einem Betriebsdruck von 8 Atm. Die Luft wird durch Einschnüffeln von den Wasserpumpen ergänzt und in die Windkessel befördert. Der Windkessel im Dachgeschoss arbeitet mit niedrigem Druck, rd. 1 Atm. Dieser dient zur Druckausgleichung und zur Erhöhung des Betriebsdruckes, wenn die statische Wasserdruckhöhe nicht ausreicht. (Ueber diese Betriebsverhältnisse wird ein besonderer Bericht über Aufzüge weiteren Aufschluss geben und das Wesentliche auch durch Zeichnungen erläutern.) Zur Kraftlieferung für diese Aufzüge dienen 5 Verbundduplexpumpen, welche selbstthätig durch die Wasserdruckschwankungen ab- und angestellt werden.

Eine Eigentümlichkeit des Hotels ist es, dass es eine eigene Eisfabrik und Kühlanlage besitzt. Die Einrichtungen sind imstande, bis zu 18 t Eis täglich herzustellen. 2 stehende Ammoniak-Zwillingskompressoren (System Delavigne) mit liegender Antriebsdampfmaschine — Corliss-Maschine — dienen zur Kälteerzeugung. Eine Abteilung der Kälteanlage ist zur Herstellung von grofsen Eisblöcken bestimmt. Die Blöcke werden aus den viereckigen Behältern, in denen das Gefrieren geschieht, durch eine eigene Vorrichtung mit Dampf losgetaut. Ein Aufzug befördert das Eis sofort nach der Eiszerkleinerungsmaschine, worauf es in Küche und Hotel verwendet wird. In einer weiteren Abteilung wird destillirtes Wasser in teilweise gefüllten Flaschen zum Gefrieren gebracht. Durch Aufschütten von Wasser wird in diesen Flaschen in der bequemsten Weise das bei den Mahlzeiten zu servirende, in Amerika unerlässliche Eiswasser zubereitet. Eine weitere Abteilung dient nur zur Herstellung einer kalten Salzsole, welche in einigen Duplexpumpen durch ein Rohrsystem in die zu kühlenden Räumlichkeiten, Kühlschränke für Lebensmittel und Wein usw. gepumpt wird und auch zur Kühlung einiger Hotelräume Verwendung findet, letzteres aber nur in unzureichendem Mafse und in unzureichender Verbindung mit der Lüftung.

Zur Lüftung dienen 4 grofse Ventilatoren, welche von eigenen Dampfmaschinen angetrieben werden. Zwei drücken die frische Luft in die zu lüftenden Räumlichkeiten hinein, und zwei saugen die verbrauchte Luft ab.

Eine im obersten Stockwerk aufgestellte 100pferdige Maschine — Eincylindermaschine, mit 150 Min.-Umdr. laufend — dient zum Betriebe der Kalander, der Mangeln, Plättmaschinen, der Waschanstalt und für einige Nebenbetriebe.

Sämtliche Dampfmaschinen geben ihren Abdampf in ein grofses 360 mm weites Abdampfrohr, und von diesem aus geht der Dampf durch das im ganzen Hotel verzweigte Heizrohrsystem. Aufserdem dient der Abdampf zur Erwärmung des für die Küche und die Wascheinrichtungen nötigen Wassers und zur Vorwärmung des frischen Speisewassers der Kessel.

Die im Keller befindlichen ziemlich verwickelten Dampfrohrleitungen, einschliefslich des erwähnten 360 mm-Hauptabdampfrohres, sind durchweg aus gewalzten Schmiedeeisenröhren hergestellt.

Im Winter, besonders zu der Tageszeit, wo nur eine Dampfdynamomaschine läuft, genügt der Abdampf für die Heizung nicht, und dann muss frischer Dampf für die Heizung verwendet werden.

Die gesamten Anlagekosten der Kessel, Dampfmaschinen, Dynamomaschinen, Pumpen, Elevatoren, Eis- und Kühlmaschinen und Rohrleitungen, ausschliefslich Heizungseinrich-

tungen beziffern sich auf rd. 1/2 Million Dollars. Hiervon entfallen auf die Dampfmaschinen, Dynamos und die Schalteinrichtung 60000 $ und auf die gesamten Pumpen mit der dazu gehörigen Rohrleitung und den Schiebern rd. 110000 $.

Für die Ueberwachung des Betriebes und die gesamte Anlage sind ein Oberingenieur und 2 Hilfsingenieure, zur Bedienung der Kessel und Maschinen nicht weniger als 12 Leute am Tage und 9 während der Nacht angestellt, aufserdem die erforderlichen Heizer und Hilfsarbeiter, im ganzen 35 Personen.

Aehnliche, jedoch kleinere Maschinenanlagen besitzen das Holland-Hotel, das Plazza- und das Savoy-Hotel in New York.

Savoy-Hotel.

Dieses im vorigen Jahre eröffnete Hotel gleicht in seiner prächtigen Ausstattung und in der Maschineneinrichtung wesentlich dem Waldorf-Hotel; es steht nur in der Gröfse des Betriebes hinter diesem zurück, ist im übrigen aber ebenfalls in jeder Beziehung hervorragend. Der Betrieb ist etwa halb so grofs wie der des Waldorf-Hotels. Es sind ungefähr 5000 Glühlichter zu versorgen und zur Lichtversorgung 4 raschlaufende Maschinen von je 200 PS bei 250 Min.-Umdr. vorhanden, welche mit Riemenübersetzung auf die Dynamos arbeiten. Der Wasserbedarf wird durch 12 Pumpen geliefert; den Kältebetrieb leistet eine Ammoniakmaschine ähnlicher Bauart, wie vorhin angegeben. Auch die Einrichtungen des Hotels für die Ausnutzung des Auspuffdampfes zu Heizzwecken, für die Ventilation und die Nebenbetriebe sind im wesentlichen dieselben.

Holland-Hotel in New York.

Dieses Hotel von mittlerer Gröfse wurde erst im verflossenen Jahre gebaut. Was Pracht der Ausstattung und der Einrichtungen anbetrifft, verdient es, mit zu den ersten gezählt zu werden.

Die Maschinenanlage, von mäfsiger Gröfse, bezweckt die Versorgung des Hotels mit elektrischem Licht, Wärme und Kraft für die Aufzüge; für die Lüftung sind keine eigenen maschinellen Vorrichtungen vorhanden. Nur der Maschinenraum an und für sich wird wegen der Wärmeausstrahlung der Maschinen und Dampfleitungen durch zwei kleinere Ventilatoren, welche von kleinen Westinghouse-Maschinen ihren Antrieb erhalten, gelüftet. Die eine bringt die frische Luft zu, die andere saugt die verbrauchte Luft ab.

Die ganze Maschinen- und Kesselanlage ist auch hier im Erdgeschoss untergebracht.

Den Hauptkraftbedarf nimmt die elektrische Beleuchtung in Anspruch. Hierzu dienen zwei liegende Eincylinder-Dampfmaschinen von zusammen 450 PS. Die eine entwickelt bei 20" (508 mm) Dmr., 20" (508 mm) Hub und 206 Min.-Umdr. 300 PS, die zweite bei 12" (305 mm) Dmr., 24" (610 mm) Hub und 238 Min.-Umdr. 150 PS. Die gröfsere Maschine treibt mittels über einander gelegter Riemen 2 Dynamomaschinen mit 450 Min.-Umdr., die kleinere eine solche mit 550 Min.-Umdr. Die Dynamos sind von der United States Electric Power Co. in New York gebaut und entwickeln zusammen einen elektrischen Strom von 110 V und 2200 A, genügend für die Speisung von rd. 4400 Glühlampen. Die Stromverteilung geschieht nach dem Zweileitersystem.

Zur Bewältigung des Verkehrs zwischen den 9 Stockwerken des Gebäudes dienen 5 hydraulisch betriebene Crane-Aufzüge, und zwar 3 für den Personenverkehr und 2 zur Beförderung von Lasten. Die Wasserpressung beträgt 125 Pfd. (9,14 kg/qcm). Die hydraulischen Druckcylinder mit der Flaschenzugübersetzung sind wegen Platzmangels unter dem Deckengewölbe des Maschinenraumes hängend über den Maschinen angebracht. Das von den Aufzügen verbrauchte Wasser wird in einen grofsen, im Maschinenraum aufgestellten Behälter ausgegossen, aus welchem 2 Duplexpumpen es wieder ansaugen und auf 125 Pfd. (9,14 kg/qcm) Druck bringen. Die An- und Abstellung der letzteren geschieht selbstthätig durch Benutzung der Druckschwankungen im Hauptdruckbehälter.

Aufserdem sind 2 Duplexpumpen zur Wasserversorgung des Gebäudes und eine für die Speisung der Kessel vorhanden.

Sämtliche Dampfmaschinen für den Antrieb der Dynamos und Pumpen geben ihren Auspuffdampf mit 4 Pfd. (0,29 kg/qcm) Druck in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Aufserdem wird der Auspuffdampf zur Wasserheizung in drei wie Vorwärmer ausgebildeten Behältern zur Versorgung der Küche und Badezimmer mit warmem Wasser benutzt. Das aus den Heizröhren zurückkehrende Kondensationswasser wird von der Kesselspeisepumpe wieder in den Kessel zurückbefördert. Das An- und Abstellen dieser Pumpen geschieht durch einen Schwimmer. Der Auspuffdampf genügt für die Heizung selbst im strengsten Winter, im Sommer wird er durch die Auspuffleitung ins Freie abgegeben. Für Kondensation würde die Wasserbeschaffung zu kostspielig sein.

Wegen Benutzung zur Speisung der Kessel muss das Kondensationswasser erst von Oel und Fett befreit werden. Das geschieht in der Weise, dass zunächst der gesamte Auspuffdampf in einen Abscheider geleitet wird, worin durch eine einfache Richtungsänderung das Kondensationswasser und das Oel gröfstenteils mechanisch ausgeschleudert werden. Die vollständige Entfernung geschieht erst in einem Peerless Grease Extractor, durch welchen der Dampf ziehen muss; erst dann tritt der Dampf in das Heizrohrsystem ein.

Zur Versorgung der Maschinenanlage und der Heizung mit dem nötigen Dampf dienen 2 Babcock-Wilcox-Kessel von 250 und 200 PS mit je 2 Feuerungen, für 125 Pfd. (9,14 kg/qcm) Druck konstruirt. Zu ihrem Betrieb sind im Winter durchschnittlich 10 t, im Sommer 8 t Kohlen täglich erforderlich. Für den ganzen Maschinenbetrieb werden etwa 5 Gallonen (27,7 ltr.) Oel täglich verbraucht. Zur Ueberwachung und Wartung der ganzen Kessel- und Maschinenanlage sind ein Maschinist, ein Hilfsmaschinist und 2 Heizer angestellt.

Plazza-Hotel.

Die maschinellen Einrichtungen dieses Hotels sind aufserordentlich vielseitig und weniger der guten Maschinenkonstruktion wegen bemerkenswert als wegen der planvollen Anlage. Die Einrichtungen sind sämtlich im Kellergeschoss untergebracht, dessen Räume sie fast vollständig einnehmen. Die gröfste Sorgfalt ist auf die Ausstattung des Dynamoraumes verwendet. In der Mitte dieses rechteckigen Raumes stehen 4 Edison-Dynamos, die von einer der Wand entlang laufenden und in der Mitte mit ausrückbarer Kupplung versehenen Transmissionswelle angetrieben werden. An den beiden Seiten befindet sich je eine 75 PS-Corliss-Maschine, welche mittels Riemenübersetzung die Transmission in Bewegung setzen. Die Corliss-Maschinen laufen mit 75 Min.-Umdr. und sind von der Newburgh-Machine Co., N. Y., gebaut. Zur Vermeidung jedes Geräusches sind sämtliche Treibriemen in Holzkasten untergebracht, die mit Matratzen ausgefüttert sind. Obgleich der Zweck damit erreicht wurde, so ist doch dadurch auch die Zugänglichkeit der Lager beschränkt. Sämtliche Lager der Transmissionswelle und der Dynamos werden durch Eis gekühlt, was bei solchen Anlagen auch dort vorkommt, wo es gar nicht nötig wäre; die Schaltbretter sind übersichtlich längs der Wand den Dynamos gegenüber angeordnet, woselbst auch alle Pressungen der Dampfmaschinen, der Ammoniakeismaschinen, Pumpen, Kessel usw. kontrollirt werden können.

In einem angrenzenden Raum ist eine kleinere, 60 PS Eincylindermaschine aufgestellt, die ebenfalls eine Dynamo antreibt und zur Beleuchtung von 1 Uhr nachts bis 6 Uhr morgens benutzt wird, wo alle anderen Maschinen stillstehen.

Die elektrische Anlage versorgt 4000 Glühlampen. Der hohe Eisbedarf wird gedeckt durch 2 Ammoniak-Eismaschinen, (von De la Vergne Co., N. Y., gebaut), von denen im Winter jedoch nur eine betrieben wird. Die Maschinen arbeiten mit Salzlösung, die auch durch die im Erdgeschoss gelegene Speisekammer geleitet wird. Die Eisproduktion geschieht durch Einsetzen von kleinen Flaschen in die Salzlösung. Sämtliches

für den Eisgebrauch bestimmte Wasser wird durch einen Dampfkocher destillirt.

An die Eismaschinen schliefst sich ein Maschinenraum, der die Pumpen und eine 60 PS-Betriebsmaschine zum Betrieb der Aschenaufzüge und der Wäscherei enthält. Das Waschen wird mechanisch betrieben durch 2 Waschmaschinen, 4 Wringmaschinen, 3 Zentrifugaltrockner und 2 Mangelmaschinen. Auch die Bügeleisen werden mit Dampf geheizt. Der Wäschereiraum wird durch 2 von besonderen kleinen Dampfmaschinen angetriebene Ventilatoren genügend gelüftet. Es können täglich 12000 Stück Wäsche gewaschen werden. An Pumpen sind für die 4 Aufzüge 2 Tandem-Duplexpumpen vorhanden, davon 1 zur Reserve, 2 kleinere zur Wasserlieferung für den Hausbedarf und 10 kleine (Worthington-) Pumpen zum Speisen der Kessel, zum Zurückpumpen des Kondensationswassers, für den Umlauf der Salzlösung usw.

Die Kesselanlage, 4 Babcock-Wilcox-Kessel von je 168 PS, befindet sich im Kellergeschoss unter der 56. Strafse; die Kohlenzufuhr und die Aschenabfuhr werden dadurch sehr erleichtert. Die Kesselspannung wird auf 6 Atm. gehalten, der Gegendruck der Maschinen bei Heizung durch Auspuffdampf beträgt 0,6 Atm; sämtlicher Auspuff findet zu Heizzwecken Verwendung. Neben dem Kesselraum sind die Vorwärmer und die Heifswasserbehälter für den Hausgebrauch untergebracht, die beide auch mit Auspuff angewärmt werden. Das aus den Heizrohren zurücklaufende Kondensationswasser wird durch eine besondere Pumpe direkt verspeist. Eine kleine Reparaturwerkstätte mit 1 Bohrmaschine, 1 Drehbank und Hobelmaschine, das Ganze von einem stehenden zweipferdigen Dampfmotor angetrieben, vervollständigt die Anlagen, zu deren Tag- und Nachtbetrieb je ein Elektriker und zwei Maschinisten angestellt sind. Für den Unterhalt der Rohrleitungen im Gebäude, als Hilfskräfte für die Heizung usw. sind aufserdem noch 10 Personen thätig. Die Gesamtanlage von beiläufig 400 PS untersteht einem Oberingenieur.

Windsor-Hotel.

Dieses Hotel ist eines der ersten und gröfsten Hotels von New York, aber schon 10 Jahr alt. In 8 Stockwerken sind ungefähr 700 Zimmer vorhanden. Die Maschinenanlage ist in bezug auf Umfang und gesamte Anordnung diesem Alter entsprechend und lässt durch den Vergleich mit den Einrichtungen der neuesten Hotels den raschen und ungeheuren Fortschritt erkennen, der in den letzten Jahren auf diesem Gebiete gemacht worden ist. Auch hier ist die ganze Maschinenanlage im Erdgeschoss untergebracht.

Zunächst ist das Hotel mit Gas beleuchtet. Nur wenige Räume, u. a. einige Empfangsräume, haben elektrische Beleuchtung. Für letztere dient eine 65pferdige Westinghouse-Maschine mit 328 Min.-Umdr., welche mittels Riemenübersetzung 2 Dynamomaschinen, ebenfalls von Westinghouse, mit 1070 Min.-Umdr. betreibt. Der erzeugte Strom hat 300 A und 110 V und speist etwa 625 Glühlampen.

Eigenartig für dieses Hotel ist, dass es eine gröfsere Reparaturwerkstätte mit Transmission, Drehbänken, Bohrmaschinen, Schraubenschneidmaschinen usw. besitzt. Veränderungen, Reparaturen und auch kleinere Neuanlagen, namentlich in der Heizung, werden in dieser Werkstätte ausgeführt, in welcher zu diesem Zwecke etwa 6 Arbeiter fortwährend beschäftigt sind. Die Werkzeugmaschinen sowie verschiedene Lastaufzüge, die zum Verkehr der oberen Stockwerke mit der Küche dienen, werden von einer alten Eincylindermaschine betrieben, die bei 55 Min.-Umdr. etwa 25 PS entwickelt.

2 gröfsere Duplexpumpen dienen zur Wasserversorgung des Hotels; sie speisen einen unter dem Dach aufgestellten Behälter, aus welchem das Wasser den Zimmern zufliefst. 2 gröfsere Behälter sind mit Dampfrohrheizung versehen, zur Versorgung der Küche und der Bäder mit heifsem Wasser. Eine eigene Duplexpumpe befördert das heifse Wasser in die oberen Stockwerke.

Eine weitere Duplexpumpe dient zur Lieferung des Kraftwassers für einen Otis-Personenaufzug. Die Wasserpressung ist 6 Atm. Ein Druckwindkessel dient zur Aufnahme und Abgabe des Kraftwassers und zur Ausgleichung der Betriebsschwankungen. Die Druckluft wird durch Einschnüffeln der Pumpe fortwährend ersetzt. Das An- und Abstellen der Pumpe geschieht selbstthätig durch die Bewegung eines mit Feder belasteten Kolbens, auf welchen der Druck aus dem Windkessel einwirkt. Das verbrauchte Kraftwasser wird in einen Behälter ausgegossen, aus welchem die Pumpe es wieder ansaugt und in den Druckwindkessel befördert. Der Otis-Aufzug besitzt einen Plungerhub von 30 Fufs = 9,1 m. Der hydraulische Cylinder mit Flaschenzug ist senkrecht in einer Mauernische untergebracht.

Vollständig abweichend von den bisher besprochenen ähnlichen Anlagen ist die Einrichtung einer Zentralmischkondensation für sämtliche Pump- und Betriebsmaschinen, mit Ausnahme der Westinghouse-Maschine. 2 Knowles-Pumpen halten die Luftverdünnung auf etwa 16 Zoll = 40 cm. Eine weitere Duplexpumpe fördert einen Teil des Kondensationswassers in einen unter dem Dach aufgestellten Behälter, von welchem aus die Spülung der Klosetts in den einzelnen Stockwerken besorgt wird.

So wie die Verhältnisse heute liegen, würde diese Kondensation nicht mehr eingerichtet werden, da die Ausgaben für das Einspritzwasser zu hoch sind. Sie beansprucht den gröfsten Teil des gesamten Wasserverbrauchs des Hotels.

Ein Dampfaufzug dient zur Beförderung von Gepäck zwischen den einzelnen Stockwerken.

2 Kessel, 1 Niederdruck- und 1 Hochdruckkessel, nach Art der Lokomotivkessel gebaut, dienen zur Erzeugung des für den Betrieb der Maschinen und der Heizung nötigen Dampfes. Zur Heizung wird hier ausschliefslich frischer Dampf verwendet. Ein Kessel liefert den für die Heizung, die Pumpmaschine und Kochapparate in der Küche nötigen Dampf mit $2^1/_4$ Atm. Druck und ist fast immer im Betrieb, während der zweite vorzugsweise den Dampf für die Westinghouse-Maschine mit $4^1/_2$ Atm. Druck, und zwar nur an den Abendstunden bis 12 Uhr, liefert.

Zum Betrieb der Kesselanlage sind jährlich ungefähr 2500 t erforderlich.

Eine eigene Knowles-Pumpe befördert das aus den Kochapparaten der Küche zurückkehrende Kondensationswasser wieder in die Kessel zurück.

Zur Ueberwachung des Betriebes, zur Wartung der Maschinen und Kessel sowie zur Ausführung der Reparaturen sind am Tage 9, in der Nacht durchschnittlich 3 Personen thätig.

Brunswick-Hotel.

Das Brunswick-Hotel gehörte noch bis vor kurzem zu den ersten grofsen Hotels der Stadt; jedoch steht seine Maschineneinrichtung im Vergleich zu den neuen Anlagen jetzt schon auf einer so niedrigen Stufe, dass nähere Angaben darüber nur des Gegensatzes wegen von Interesse sind, um den in wenigen Jahren gemachten Fortschritt zu kennzeichnen. Das Hotel besitzt nur einen hydraulischen Aufzug, System Whittier, welcher mit 12facher Flaschenzugübersetzung und geringer Fahrgeschwindigkeit (50 m i. d. Min.) betrieben wird. Das Kraftwasser von 120 Pfd. (8,4 kg/qcm) Druck wird von einer Duplexpumpe geliefert. Unten, neben dem Aufzug, ist ein Druckwasserbehälter mit den üblichen selbstthätig wirkenden Sicherheitsvorrichtungen angebracht. Zur Lüftung des Gebäudes dient ein von einer 15pferd. Dampfmaschine angetriebener Ventilator, zur Heizung 2 einfache Röhrenkessel, zum Aufpumpen des Wassers für Waschzwecke eine gewöhnliche kleine einfach wirkende Dampfpumpe.

Die elektrische Beleuchtung des Gebäudes geschieht von der elektrischen Zentralstation aus und ist erst in neuester Zeit eingeführt worden.

Im Anschluss an die beschriebenen Hotelausrüstungen sind im Nachfolgenden, gleichfalls unter Vorbehalt der genauen Angabe der Konstruktions- und Betriebsverhältnisse ähnlicher neuerer Anlagen, die Maschinenanlagen grofser amerikanischer Geschäftsgebäude skizzirt.

Maschinenanlagen grofser amerikanischer Geschäftsgebäude.

Maschinenanlage im Gebäude der Western Union Telegraph Co. in New York.

Diese Anlage ist sehr ausgedehnt und nimmt fast die ganzen Kellerräumlichkeiten des Gebäudes ein. Die zahlreichen im Betrieb befindlichen Maschinen dienen zur Lieferung von elektrischem Strom für Beleuchtung und Telegraphie, von Druckwasser zum Betrieb der Aufzüge sowie für Vakuum- und Kompressionsmaschinen zum Betrieb der pneumatischen Post für den Verkehr im Gebäude selbst und mit den in der City gelegenen Unterstationen der Gesellschaft. Als Kraftmittel dient Dampf, welcher von der unweit gelegenen Station B der New York Steam Co. geliefert wird. Es sind jedoch auch eigene Babcock-Wilcox-Kessel im Gebäude vorhanden, die den Zweck haben, als Reserve und auch als Preisregulator gegenüber der New York Steam Co. zu dienen.

Insgesamt dürften durchschnittlich etwa 500 PS in Betrieb sein, was eine Abgabe von 3000 $ im Monat für Dampflieferung an die New York Steam Co. erfordert.

Zur Beleuchtung des Gebäudes dienen drei 60pferd. Straight-Line-Dampfmaschinen von 250 mm Dmr. und 405 mm Hub, die, in einer Reihe aufgestellt, 3 Edison-Dynamos mittels Riemen antreiben. Die Umdrehungszahl der Dampfmaschinen beträgt 240, die der Dynamos 1000.

Von diesen Maschinen, die bereits seit 6 Jahren ohne nennenswerte Reparatur arbeiten, ist eine beständig, 2 während der Abendstunden bis etwa Mitternacht und nur ganz selten 3 in Betrieb.

Eine sehr interessante Abteilung des elektrischen Betriebes ist die Stromlieferung für die Telegraphen.

Der Strom wird geliefert durch 22 kleine Edison-Dynamos (wovon 7 in Reserve) von 70 V × 20 A, die von 2 stehenden einfachen Schiebermaschinen mittels Transmissionen angetrieben werden. Diese Dynamos werden je nach der Entfernung der Telegraphenstationen auf Quantität geschaltet, sodass für die kurzen Linien etwa 70 V, für die längste von 500 englischen Meilen 320 V zur Verfügung stehen.

Die im Gebäude vorhandenen 4 Aufzüge werden hydraulisch angetrieben. Der Wasserdruck wird durch 2 grofse Duplex-Worthington-Pumpen erzeugt. Der Wasserdruck beträgt 7,5 Atm. und wird selbstthätig durch ein Drosselventil geregelt. Die Aufzüge mit Flaschenzugübersetzung sind von Otis geliefert.

Für den Betrieb der pneumatischen Maschinen liefern Zwillingskompressoren, gebaut von den Knowles Steam Pump Works, die erforderliche Druckluft. Die Kompressoren sind mit Wassermantel versehen, die Evakuations- und Kompressionscylinder sind unmittelbar von der Kolbenstange der Dampfmaschine angetrieben und verdünnen die Luft auf 50 cm Vakuum einerseits und komprimiren sie andererseits auf 1 Atm. Ueberdruck. Die Betriebsgeschwindigkeit der Kompressionsmaschinen ist sehr gering, 17 bis 20 Min.-Umdr.

Aufser diesen 3 Hauptanlagen sind noch 2 Roots-Blower in Betrieb für den Rohrpostdienst im Gebäude, der nur Luftverdünnung auf 5 cm Quecksilbersäule erfordert. Ferner dient ein von einer 12pferd. Maschine betriebener Ventilator zur Lüftung und 2 Knowles-Pumpen für die Wasserversorgung des Gebäudes.

Der Auspuffdampf sämtlicher Maschinen wird in gemeinsame Röhren geleitet, die im Sommer ins Freie auspuffen, im Winter zur Heizung benutzt werden. Das sich hierbei bildende Kondensationswasser wird einfach abgelassen.

Es mag hierbei erwähnt werden, dass die von der Strafse einmündende Hauptdampfleitung der N. Y. Steam Co. in einen Kondenswasserbehälter geleitet wird, aber nur wenig Wasser, etwa 80 ltr. in 24 Std., für den vollen vorerwähnten Betrieb mitführt.

Für die Bedienung dieser Maschinenanlagen sind 17 Maschinisten und Arbeiter erforderlich, 7 am Tage und je 5 in 2 Nachtschichten. Die Anlagen sind schon 7 bis 8 Jahre alt und wurden anfänglich durch die schon vorhandenen 6 Kessel betrieben; da sich aber der Betrieb bei Entnahme von der New Yorker Dampfgesellschaft nur ganz unbedeutend teurer stellte, so wurde solche der gröfseren Reinlichkeit und Bequemlichkeit wegen vorgezogen.

Maschinenanlage des Mill's-Gebäudes in New York.

Dieses Gebäude ist ebenso wie das Gebäude der Equitable-Versicherungsgesellschaft mitten im Geschäftsviertel der unteren Stadt gelegen. Es enthält ausschliefslich Geschäftsräume, und zwar der Zahl nach etwa 360, in denen durchschnittlich 1100 Menschen beschäftigt sind. Dem Umfange des Gebäudes und des Betriebes entspricht die Gröfse der Maschinenanlage; ebenso wie die bereits besprochenen ähnlichen Anlagen ist auch diese im Keller des Gebäudes untergebracht.

Zur Versorgung des Gebäudes mit elektrischem Licht dienen drei Dynamomaschinen, welche von drei schnelllaufenden Dampfmaschinen mittels Riemen angetrieben werden. Die Dynamomaschinen entwickeln bei 1250 Min.-Umdr. in mittlerer Beanspruchung den zur Speisung von rd. 2500 Glühlampen nötigen Strom. Jede der 3 Dampfmaschinen hat eine mittlere Leistung von 70 PS bei 325 Min.-Umdr. Die Maschinen sind einfache Schiebermaschinen, bei welchen der Regulator auf den Hub und die Voreilung des Exzenters einwirkt.

4 Duplex-Pumpmaschinen versorgen die Aufzüge mit Kraftwasser. Die An- und Abstellung der Pumpmaschinen geschieht selbstthätig durch Benutzung der Druckschwankungen im Druckwasserbehälter unter Dach.

6 Aufzüge besorgen die Beförderung der Personen und Lasten zwischen den einzelnen Stockwerken; sie genügen nicht für den Betrieb, weshalb augenblicklich noch 8 weitere Aufzüge eingebaut werden. Die Aufzugsmaschinen gieſsen das verbrauchte Wasser in einen im Maschinenraum aufgestellten Behälter, aus welchem die Pumpen es wieder aussaugen.

Eine Duplex-Pumpmaschine schafft das Schmutzwasser und das bei Flutzeiten in die untersten Kellerräume eindringende Salzwasser fort, eine weitere versorgt die oberen Stockwerke mit Wasser für Wasch- und Spülzwecke. Die unteren Räume entnehmen dieses Wasser unmittelbar aus der städtischen Wasserleitung, deren Druck nicht für die oberen Stockwerke genügt.

Die Antriebsmaschinen für die Dynamos sowie sämtliche Pumpmaschinen entlassen den Auspuffdampf in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Der Abdampf genügt unter normalen Verhältnissen für die Heizung vollständig. Nur an sehr kalten Wintertagen muss morgens beim Anheizen noch frischer Dampf auch für Heizzwecke verwendet werden. Der Betriebsdruck der Dampfheizung beträgt etwa $^1/_3$ Atm. Dieser Druck ist annähernd auch dann in der Auspuffleitung, wenn die Maschinen mit freiem Auspuff arbeiten.

Im ganzen entwickelt bezw. verbraucht die gesamte Maschinenanlage durchschnittlich 280 PS. Der hierzu nötige Dampf von 5 Atm. Ueberdruck wird augenblicklich von der N. Y. Steam Co. bezogen. Zwar ist eine Dampfkesselanlage vorhanden, welche von der Safety Power Co. in New York geliefert ist und sich 8 Jahre lang im Betrieb vorzüglich bewährt hat. Sie ist jedoch aufser Betrieb gesetzt, weil zunächst der Raum für die Kohlen mangelt und gegenüber dem hohen Grundwerte die Ausnutzung aller vorhandenen Räumlichkeiten für andere Zwecke von grofsem Werte ist. Auch ist man durch die Dampflieferung von der Zentralstation aus den Unbequemlichkeiten enthoben, welche der frühere Dampfkesselbetrieb mit sich brachte. Wenn die Kosten der einmal vorhandenen Kesselanlage, nebst der erforderlichen Abschreibung und im übrigen die Kosten der Kohlen an Ort und Stelle, Wartung und Reparatur der Kessel berücksichtigt werden, so bleibt noch ein kleiner Vorteil auf seiten des

Dampfbezuges von der Steam Co. gegenüber dem früheren Dampfkesselbetrieb. Die vorhin erwähnten Vorteile, namentlich auch der Fortfall jeglicher Explosionsgefahr und der Hitze- und Staubbelästigung durch die Dampfkessel, lassen den Bezug des Dampfes von einer Zentrale sehr vorteilhaft erscheinen, wenn auch der unmittelbare Gewinn nicht erheblich ist.

Das in den Heizröhren sich ansammelnde Kondensationswasser wird selbstthätig abgezogen und mit den Abwässern weggeschafft, da die Dampfverteilung ohne Wasserrückleitung betrieben wird.

Für den Gesamtbetrieb wurden zur Zeit des Dampfkesselbetriebes etwa 100 t Kohlen im Sommer und etwa 300 t im Winter monatlich verbraucht.

Wegen fortwährender Wiederbenutzung des Wassers, namentlich des von den Aufzügen verbrauchten, sind die Ausgaben für die Wasserbeschaffung hier sehr gering.

Der gröfsere Teil der Maschinenanlage gehört ebenso wie das Gebäude selbst zu den älteren Einrichtungen dieser Art; sie stehen deshalb inbezug auf Vollständigkeit, Einzeldurchführung und namentlich hinsichtlich der Gesamtanordnung hinter den neueren Anlagen weit zurück. Es wurden eben die einzelnen Maschinen aufgestellt in dem Mafse, wie sich das steigernde Bedürfnis herausstellte, und da, wo sich gerade genügender Platz vorfand.

Maschineneinrichtungen des Gebäudes der Equitable-Versicherungsgesellschaft in New York.

Die Maschineneinrichtungen des Equitable-Gebäudes sind zwar nicht so bedeutend wie die des Waldorf-Hotels, haben aber immerhin eine bedeutende Gröfse. Auch in diesem Gebäude ist die Maschinenanlage im Keller untergebracht. Die alte Maschinenanlage ist vor 25 Jahren gebaut und die Lichtanlage vor 5 Jahren hinzugefügt worden. Sämtliche Dampfmaschinen zum Betriebe der Wasser- und Lichtversorgung sind Auspuffmaschinen; der Auspuffdampf wird zur Heizung des Gebäudes verwendet.

Im Untergeschoss befindet sich ein grofses Restaurant, dessen Küche sich jedoch oben unter dem Dache befindet. Mehrere Aufzüge vermitteln den Verkehr zwischen beiden. Den Hauptkraftbedarf nimmt die elektrische Beleuchtung des Gebäudes in Anspruch; sie ist ausschliefslich mit Glühlampen durchgeführt, welche durch Gleichstrom von 110 V gespeist werden. Die Verteilung des Stromes geschieht nach dem Zweileitersystem. Eine eincylindrige Corliss-Maschine von 525 PS dient lediglich zur Erzeugung des elektrischen Lichtes. Sie macht 65 Umdr. i. d. Min. und arbeitet vermittels Riemen auf eine Vorgelegewelle, von welcher 6 Dynamomaschinen ihren Antrieb erhalten.

Im ganzen Gebäude sind 10000 Glühlampen vorhanden. Die Dynamos sind imstande, 6500 Lampen mit elektrischer Energie zu versehen, und speisen thatsächlich im Durchschnitt 5500 Lampen.

6 Worthington-Pumpen versorgen die Aufzüge mit Druckwasser, dessen Pressung gegen 7 Atm. beträgt. Da die statische Druckhöhe nicht genügt, so ist auf dem Dache noch ein Windkessel mit 1 Atm. Luftdruck aufgestellt. Die Pumpen werden selbstthätig an- und abgestellt.

Es sind 55 Aufzüge im Gebäude aufgestellt, davon 13 für den Personenverkehr, die übrigen zur Beförderung von Lasten, Packeten usw. Das von den Aufzügen verbrauchte Wasser wird stets wieder in einen grofsen Behälter abgeliefert, aus dem es die Pumpen von neuem entnehmen. Mehrere Duplexpumpen sind zur Versorgung der Maschineneinrichtungen und der Küche und zur Wegschaffung der Abwässer vorhanden.

Zwei Roots-Gebläse mit eigenen Antriebsdampfmaschinen dienen zum Betriebe der im Gebäude befindlichen Rohrpost, mit einer Luftverdünnung von $1^1/_2$ Pfd. ($^1/_{10}$ Atm.). Eine eigene Luftkompressionsmaschine dient zum Betriebe der Rohrpost zwischen dem Equitable-Gebäude und dem Gebäude der Western Union Telegraph Co. in der 23. Strafse. Diese Rohrpost wird mit einer Luftpressung von 4 Pfd. (rd. $^1/_4$ Atm.) Ueberdruck betrieben und besteht aus 4 Rohrleitungen von je 60 mm Dmr. Eine ziemlich dicht abschliefsende cylindrische Lederkapsel nimmt die zu befördernden Briefe auf.

Für die Lüftung dienen 2 eigene Dampfmaschinen, welche 2 Ventilatoren antreiben.

Alle diese Maschinen entlassen ihren Auspuffdampf in das durch das ganze Gebäude verzweigte Heizrohrsystem. Aus diesem kommt das kondensirte Wasser zurück und wird von neuem zur Speisung der Kessel benutzt. Zu diesem Zweck ist eine selbstthätige Vorrichtung vorgesehen, welche im wesentlichen darin besteht, dass durch einen Schwimmer 2 Duplexpumpen an- und abgestellt werden, sobald die Menge des angesammelten Kondensationswassers ein gewisses Höchst- oder Mindestmafs erreicht hat. Nur an kalten Wintertagen muss noch etwas frischer Dampf dem Heizrohrsystem zugeführt werden, während sonst der Auspuffdampf im allgemeinen zur Heizung ausreicht. Die Heizungs- und Lüftungsanlagen des Gebäudes können nicht gerade zu den vorzüglichsten ihrer Art gezählt werden.

Der Dampf zum Betrieb der erwähnten Anlagen wird in 9 Röhrenkesseln erzeugt, von denen gewöhnlich 8 im Betriebe sind. Die Kessel sind ebenfalls im Keller, unmittelbar unter dem Hauptgebäude, untergebracht. Sie sind für 7 Atm. Dampfdruck konstruirt, jedoch ist der Betriebsdruck im allgemeinen nur $5^1/_2$ Atm. Es sind Wasserröhrenkessel mit darüber befindlichem Dampfsammler und bieten nichts sonderlich Interessantes. Für die Feuerung werden monatlich etwa 130 t Kohle verbraucht; im Sommer sinkt der tägliche Kohlenverbrauch auf $3^3/_4$ t und steigt im Winter auf 7 t.

2 Ingenieure überwachen den Betrieb. Die Bedienung der Kessel und Maschinen wird am Tage durch 9, bei Nacht durch 2 Leute besorgt.

Der Gesamteindruck der Anlage ergiebt auf den ersten Blick, dass sie nach und nach mit dem wachsenden Bedürfnis entstanden ist. Die Maschinen sind an dem Platze aufgestellt, der zu der betreffenden Zeit gerade als der passendste erschien.

Die Gesamtkosten der Maschinen- und Kesselanlage und der Aufzüge können auf rd. 400000 $ geschätzt werden. Eine genaue Wertangabe ist des verschiedenen Alters der einzelnen Einrichtungen wegen nicht gut möglich.

Maschinenanlage des Geschäftsgebäudes Broadway 44 in New York.

Das Gebäude Broadway 44 enthält ausschliefslich Geschäftsräume, und zwar ungefähr 100.

Die Maschinenanlage besteht aus einer 25pferdigen Westinghouse-Maschine zur Erzeugung des elektrischen Lichtes und 2 Verbund-Worthington-Pumpen für die Kraftwasserversorgung von 2 Aufzügen.

Die Westinghouse-Maschine macht 350 Min.-Umdr. und treibt vermittels Riemenübersetzung eine Dynamomaschine an. Um die Schwankungen des Bedarfs an elektrischer Energie auszugleichen, ist eine grofse Akkumulatorenbatterie vorhanden.

Die Aufzüge sind gewöhnliche hydraulische Aufzüge mit wagerecht angeordneter Flaschenzugübersetzung.

Die beiden Worthington-Pumpen und die Westinghouse-Maschine, welche zusammen durchschnittlich 40 PS in Anspruch nehmen, entlassen den Auspuffdampf in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Im Winter genügt diese Menge vom Mittag ab, die erforderliche Wärme zu liefern. Bis dahin, namentlich vor Anfang des Bureaubetriebes, muss frischer Dampf zur Heizung verwendet werden. Das Kondenswasser wird nicht wieder benutzt.

Der zum Maschinenbetrieb und zur Heizung nötige Dampf wird von der Steam Co. geliefert. Die Kosten betrugen vor 3 Jahren ungefähr 2850 $ jährlich. 1 Maschinist und 1 Hilfsarbeiter überwachen den ganzen Betrieb.

Maschinenanlage der Börse in New York.

Die Börse ist ein ziemlich altes Gebäude; ebenso alt und daher auch ziemlich unbeholfen im Vergleich zu den Einrichtungen der neuen Gebäude sind die Maschinen, Pumpen und Kessel.

Die vorhandenen beiden Dampfkessel sind 28 Jahre alt und für einen Druck von 4 Atm. konstruirt.

Der weitaus gröfste Teil des erzeugten Dampfes wird zur Heizung des auch nach heutigen New Yorker Begriffen grofs zu nennenden Gebäudes benutzt. Der geringere Teil des Dampfes speist eine 25pferdige Betriebsmaschine für die Lüftung und 2 Worthington-Pumpen, welche das Druckwasser zum Betriebe von 2 Aufzügen liefern.

Der Abdampf dieser Maschinen wird ebenfalls in das Heizröhrensystem entlassen, das sich unter dem Gewölbe des Untergeschosses befindet. Die Heizung geschieht in der Weise, dass von den Ventilatoren Luft über die Heizröhren geführt und die erwärmte Luft durch Kanäle, welche in den Mauern untergebracht sind, in sämtliche Räume des Gebäudes gedrückt wird. Die Heizung ist also eine Kombination von Dampf- und Luftheizung.

Die Betriebsdampfmaschine ist eine einfache Schiebermaschine.

Das aus der Heizung zurückkehrende Kondensationswasser wird wieder zur selbstthätigen, durch Schwimmer regulirbaren Kesselspeisung verwendet.

Für die Kesselfeuerung sind jährlich 500 t Kohle erforderlich, zur Beaufsichtigung des Betriebes 1 Maschinist und 1 Hilfsarbeiter. Die ganze Maschinenanlage: Kessel, Dampfmaschine, Pumpen und Aufzüge, ohne die Heizungseinrichtungen, kostete ungefähr 20000 $.

Das Nachfolgende enthält als weitere Beispiele die Angabe der wesentlichen Maschineneinrichtungen zweier gröfserer Geschäftsgebäude in Boston; sie sind in kleinerem Mafsstabe, jedoch in gleicher Vorzüglichkeit wie die in New York ausgeführt.

Ames Building in Boston.

Das Ames Building ist ein grofses Geschäftshaus von 12 Stockwerken, dessen Kosten sich auf 1 Mill. $ belaufen, enthält 126 Geschäftsräume und 4 hydraulische Aufzüge, die 18000 $, einschl. der Pumpen 24000 $, gekostet haben. Die Heizvorrichtungen und Kessel erforderten einen Kostenaufwand von 10000 $, die Dampf- und Dynamomaschinen von 8000 $. Die Wasserlieferung für die Aufzüge wird durch 2 Pumpen von zusammen 3000 Gallonen = 11,6cbm Leistungsfähigkeit i. d. Min. bewirkt; der normale Wasserverbrauch beträgt jedoch nur 1500 Gall. = 5,8 cbm i. d. Min. Der Gang der Pumpen wird selbstthätig nach dem Wasserstande in den Druckwasserbehältern durch ein Cortis-Ventil geregelt, welches — je nachdem sich die Windpressung in den Behältern vermindert oder vermehrt — das Dampfventil weit öffnet oder schliefst. Die beiden Druckbehälter im Maschinenraum haben einen Gesamtinhalt von 5000 Gall. = 19,35 cbm. Einer der Aufzüge dient aufser zur Personenbeförderung auch zum Heben schwerer Lasten, z. B. feuerfester Schränke, und wird durch ein Hochdruckpumpwerk von 9" (229 mm) Dmr. des Dampfcylinders, 4½" (114 mm) Dmr. des Pumpencylinders und 6" (152 mm) gemeinschaftlichem Hub betrieben.

Die elektrische Beleuchtung wird durch 2 Edison-Dynamomaschinen besorgt, die von 2 Dampfmaschinen von 85 und 30 PS vermittels Riemen angetrieben werden. Die Stromspannung beträgt 110 V, die Zahl der 16kerzigen Glühlampen 1200. Die Dampfmaschinen, System Mc Intosh & Seymour, laufen mit 200 und 322 Min.-Umdr. bei einer Dampfspannung von 80 Pfd. (5,6 kg/qcm).

Die Dampfkesselanlage besteht aus drei 80pferdigen Rauchröhrenkesseln mit Unterfeuerung von 60" (1524 mm) Manteldurchmesser und 15" (381 mm) Länge, 80 Rauchröhren von 2" (51 mm) Dmr. enthaltend. Zur selbstthätigen Regulirung der Dampfspannung dient der Spencersche Rauchschieber-Regulator.

Die Heizung der Räumlichkeiten des Gebäudes geschieht durch den Auspuffdampf der Maschinen und teilweise durch frischen Dampf. Die Heizfläche sämtlicher Oefen beträgt ungefähr 8500 Quadratfufs (790 qm). Der Gegendruck des Auspuffdampfes beträgt etwa 5 bis 15 Pfd. (0,35 bis 1,05 kg/qcm), je nach der benötigten Heizdampfmenge.

Das Kondensationswasser der Heizröhren wird in einem isolirten Behälter von 70 Gall. = 271 ltr Inhalt gesammelt, von der Speisepumpe abgesaugt, und durch einen Vorwärmer streicht der Auspuffdampf, bevor er in die Heizröhren des Gebäudes gelangt. Die erreichbare Vorwärmetemperatur des Speisewassers beträgt 200° F (93° C).

Die beiden Pumpen für die Wasserversorgung sind kleine Wanddampfpumpen von Davidson von 5½" (140 mm) und 3¼" (83 mm) Dmr. und 8" (203 mm) Hub.

Das Waschwasser für die Toilettenräume des Gebäudes wird durch den Auspuffdampf vorgewärmt.

Exchange Building in Boston.

Das Exchange Building besteht aus 11 Stockwerken und enthält 850 Räume. Für den Personenverkehr im Gebäude sind 6 Aufzüge von Whittier in Boston aufgestellt, die durch 2 Zwillingsdruckpumpen, ausgeführt von der Blake Manufacturing Co. in Boston, bedient werden. Die Pumpen werden ohne Vorgelege angetrieben und haben 18½" (470 mm) und 12" (305 mm) Dmr. und 18" (457 mm) Hub. Sie sind imstande, bei 50 Min.-Umdr. täglich ½ Mill. Gall. = 2000 cbm zu liefern.

Aufserdem ist eine Verbund-Duplexpumpe für 1 Mill. Gallonen Tagesleistung vorhanden.

Als Druckbehälter sind 3 senkrechte Kessel von einem Gesamtinhalt von 5000 Gall. aufgestellt, aufserdem 3 Rücklaufbehälter von gleicher Gröfse.

Die Auspuffdampfleitung für die Heizung des Gebäudes enthält ein Sicherheitsventil für 5 bis 10 Pfd. (0,35 bis 0,70 kg/qcm) Spannung, und aufserdem ist in dem Anschlussrohr der Dampfkessel an die Auspuffdampfleitung ein Druckverminderungsventil angebracht.

Der Vorwärmer befindet sich unmittelbar hinter den Dampfpumpen. Das Speisewasser geht im Winter mit 89° C, im Sommer mit 100° C ab. Im Innern des Vorwärmers fliefst das Speisewasser durch Schlangenröhren.

Die Auspuffleitung ist doppelt angeordnet, zur Heizung des Gebäudes und zum Auspuff ins Freie. 80 senkrechte Heizröhren durchlaufen die Stockwerke und neben ihnen die Rücklaufröhren für das Kondensationswasser.

Die Auspuff- und Heizröhrenleitung ist der Sicherheit wegen doppelt ausgeführt, damit Betriebsstörungen an Pumpen, Heizröhren u. dergl. nicht dazu führen, die Heizung des ganzen Gebäudes stillzusetzen.

Der Kondensationswasserbehälter hat 1,5 m Dmr. und 3,5 m Länge. Aus ihm saugt die Speisepumpe bei selbstthätiger Regulirung ihres Ganges durch einen Schwimmer.

Die städtische Wasserleitung, aus welcher das Ersatzwasser entnommen wird, hat Hoch- und Niederdruckrohrstrang für 90 bis 100 Pfd. (0,3 bis 7 kg/qcm) und 35 bis 40 Pfd. (2,5 bis 2,8 kg/qcm). Das Hochdruckwasser wird in einen Behälter unter dem Dach geführt.

Der Wasserverbrauch wird durch den Wassermesser Crown Meter der National Meter Co., New York, festgestellt.

Bei Feuersgefahr darf die Rohrleitung des Gebäudes durch ein Ventil an die grofse städtische Leitung angeschlossen werden; für gewöhnlich liegt es unter Bleiverschluss. Die beiden Hochdruckpumpen saugen dann aus der Niederdruckleitung, während die Verbundpumpe zum Aufzugsbetriebe dient.

Der Exhaustor zur Lüftung des Gebäudes wird durch eine 10pferd. Dampfmaschine angetrieben.

Zum Betrieb der elektrischen Beleuchtung dient eine Dampfmaschine von 100 PS von Mc Intosh & Seymour, Auburn N. Y., mit 280 Umdr. i. d. M.

2 Dynamomaschinen der Edison Co. sind symmetrisch zur Dampfmaschine aufgestellt und werden von den beiden Schwungrädern durch Reibungsräder angetrieben. Die Reibungsräder der Dynamomaschine haben Lederbelg und werden mit Druckschrauben des Maschinenrahmens angepresst. Der Lederbelag hat sich nicht bewährt. Die Lederringe strecken sich und müssen häufig gewechselt werden.

Die Dynamomaschinen dienen nur zur allgemeinen Beleuchtung des Gebäudes. Das Licht für die Bureauräume wird durch Anschluss an die Strafsenleitungen der Edison-Gesellschaft beschafft. Im ganzen sind in dem Gebäude 5000 Lampen vorhanden, wovon 1000 Glühlampen durch die Dynamomaschinen gespeist werden.

A. Riedler.

Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in Chicago.

Zu den vorangegangenen Aufsätzen über die Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in New York ist noch ein Nachtrag erforderlich, welcher die eigenartigen Einzelheiten solcher Maschinenanlagen und ihre Betriebsverhältnisse kennzeichnet.

Die vorangegangenen Mitteilungen beschränkten sich auf allgemeine Angaben, welche eine ungefähre Vorstellung der Gröfse dieser Betriebe ermöglichen sollten. Zur Vervollständigung der Uebersicht und näheren Erläuterung führe ich ähnliche Maschinenanlagen in öffentlichen Gebäuden Chicagos als Beispiele an. Die maschinellen Einrichtungen dieser Gebäude sind durchschnittlich besser entwickelt als in New York, weil sie überwiegend jüngeren Datums und im wesentlichen einheitlicher angelegt sind.

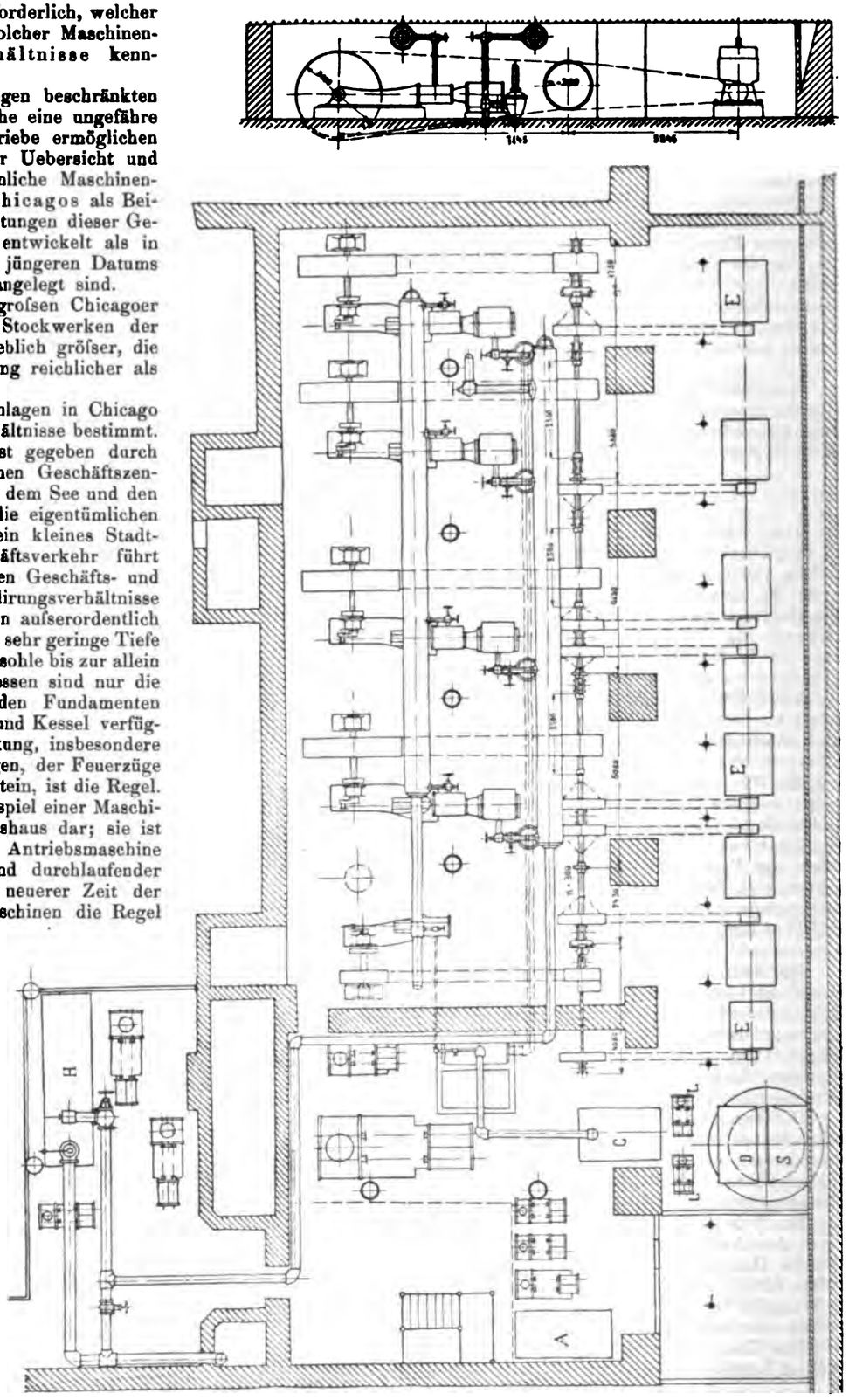
Insbesondere ist auch in den grofsen Chicagoer Geschäftshäusern mit 12 bis 18 Stockwerken der Mafsstab der Maschinenanlagen erheblich gröfser, die Kraft-, Licht- und Wärmeversorgung reichlicher als in New York.

Die Eigenart der Maschinenanlagen in Chicago wird durch besondere örtliche Verhältnisse bestimmt. Die Grundlage für alle Anlagen ist gegeben durch die enge Begrenzung des eigentlichen Geschäftszentrums zwischen dem Chicago-Fluss, dem See und den südlichen Bahnhöfen, und durch die eigentümlichen Fundirungsverhältnisse. Der auf ein kleines Stadtgebiet zusammengedrängte Geschäftsverkehr führt zum Bau der aufserordentlich hohen Geschäfts- und Warenhäuser. Die schwierigen Fundirungsverhältnisse und die Höhe der Gebäude erfordern aufserordentlich breit entwickelte Fundamente, dabei sehr geringe Tiefe der Kellergeschosse von der Strafsensohle bis zur allein tragfähigen Thonschicht. Infolgedessen sind nur die niedrigen Kellerräume zwischen den Fundamenten für die Aufnahme der Maschinen und Kessel verfügbar. Die äufserste Raumbeschränkung, insbesondere in der Entwicklung der Kesselanlagen, der Feuerzüge und Verbindungen mit dem Schornstein, ist die Regel.

Fig. 39 stellt das typische Beispiel einer Maschinenanlage für ein grofses Geschäftshaus dar; sie ist nach älterer Art mit gemeinsamer Antriebsmaschine für Licht- und Aufzugsbetrieb und durchlaufender Triebwelle versehen, während in neuerer Zeit der unmittelbare Antrieb der Lichtmaschinen die Regel geworden ist.

Die Maschinenanlage besteht aus den Dampfkesseln, der gemeinsamen Dampfleitung für den Betrieb der Maschinen und gegebenenfalls zur Versorgung der Maschinen mit Hochdruckdampf (in Hotels, Badeanstalten usw.), aus den Betriebsmaschinen für Lichtbetrieb und Ventilation sowie verschiedenen Pumpmaschinen für den Aufzugsbetrieb und den Hausbedarf. Die Anordnung der Maschinen, der Riementrieb, die Uebersetzung auf die Dynamomaschinen usw. sind aus der Skizze ersichtlich, ebenso die Anordnung der Reservemaschine und der Hilfsmaschine für den Lichtbetrieb bei schwacher Belastung. Insbesondere beschränkt die geringe Höhe der Ma-

Fig. 39. Gröfsere Maschinenanlage für ein Geschäftshaus. Mafsstab 1 : 200.



schinenräume die Entwicklung der Konstruktion, wie aus dem Querschnitt zu ersehen.

Die Pumpen für den Betrieb der Aufzüge sind fast ausnahmslos Duplexpumpen, welche das Wasser in einen Behälter unter Dach drücken, von wo aus es für den Betrieb der hydraulischen Aufzüge verwendet wird. Anstelle der Hochbehälter sind insbesondere für den Hochdruckbetrieb der Aufzüge auch Windkessel in Verwendung. Das gebrauchte Aufzugswasser läuft in einen Behälter im Kellergeschoss zurück, von wo aus es durch die Pumpen wieder hochgepumpt wird. Die Pumpwerke für den Hausbedarf haben in der Regel nur das Wasserleitungswasser, welches unter zu geringem Druck, gewöhnlich 25 Pfd. = 1,8 kg/qcm, zufliefst, in den Vorratsbehälter unter Dach zu drücken. In Fig. 39 ist *A* ein Zuflussbehälter für das Wasser aus der städtischen Leitung, *S* und *D* sind Saug- und Druckbehälter für die Pumpen. In seltenen Fällen ist auch im Maschinenraum noch ein Kondensator für die Dampfmaschinen untergebracht. In der Regel ist Kondensationsbetrieb wegen der Schwierigkeit der Wasserbeschaffung ausgeschlossen.

Wesentlich ist der Zusammenhang des Maschinenbetriebes mit der Dampfheizung der Gebäude. Aus der Skizze ist die Anordnung des gemeinsamen Auspuffrohres ersichtlich. Es führt unter Einschaltung eines belasteten Rückschlagventils ins Freie oder in das Rohrsystem der Niederdruckdampfheizung. Im letzten Falle wird in der Regel mit 5 bis 6 Pfd. = 0,35 bis 0,42 kg/qcm) Gegendruck gearbeitet.

Die Anordnung der Auspuffleitung ist gewöhnlich derart, dass die Auspuffröhren sämtlicher Maschinen in einen Sammelbehälter *H* geleitet werden; von diesem geht das Dampfrohr nach oben in das höchste Stockwerk des Gebäudes, von wo aus der Dampf durch Zweigröhren in die Heizapparate des Gebäudes geleitet wird.

Das Schema einer solchen Einrichtung ist in Fig. 40 dargestellt (Auditorium-Geschäftshaus und Turm). Die unteren 10 Stockwerke, das eigentliche Geschäftshaus, werden von einem Röhrensystem geheizt, während für die darüber liegenden Stockwerke des Turmes ein zweites unabhängiges System vorhanden ist. Alles Kondensationswasser fliefst aus den Heizapparaten wieder zurück. Neben dem Sammelbehälter ist in der Regel ein Behälter für das Kondensationswasser angebracht, von welchem aus es durch die Kesselspeisepumpen wieder in die Kessel zurückgepumpt wird.

Das Beispiel einer solchen Anordnung eines Dampfsammel- und Wasserbehälters nebst zugehörigen Rohrleitungen und Pumpen ist aus Fig. 41 ersichtlich. Das Rohrsystem ist ein geschlossenes, und nur der Verlust an Kondensationswasser wird durch frischen Wasserzufluss gedeckt. Bei allfälliger Zuführung von frischem Wasser, die im Sommer, wo mit direktem Auspuff gearbeitet wird, die Regel bildet, wird das Wasser durch ein Sieb im Sammelbehälter verteilt und durch den Auspuffdampf vorgewärmt. Aus der Fig. 41 ist auch die Anordnung der Kesselspeisepumpen und Rohrleitungen ersichtlich.

Diese Skizzen geben eine genügende allgemeine Uebersicht über die konstruktive Anordnung der Maschinen und zugehörigen Rohrleitungen. Wesentlich sind stets die beschränkte Raumentwicklung, der Grofsbetrieb und die Verwendung des Auspuffdampfes. Betriebsverhältnisse und Betriebskosten sind selbstverständlich nach der Oertlichkeit aufserordentlich verschieden und sollen im Nachfolgenden an einigen bezeichnenden Beispielen erläutert werden.

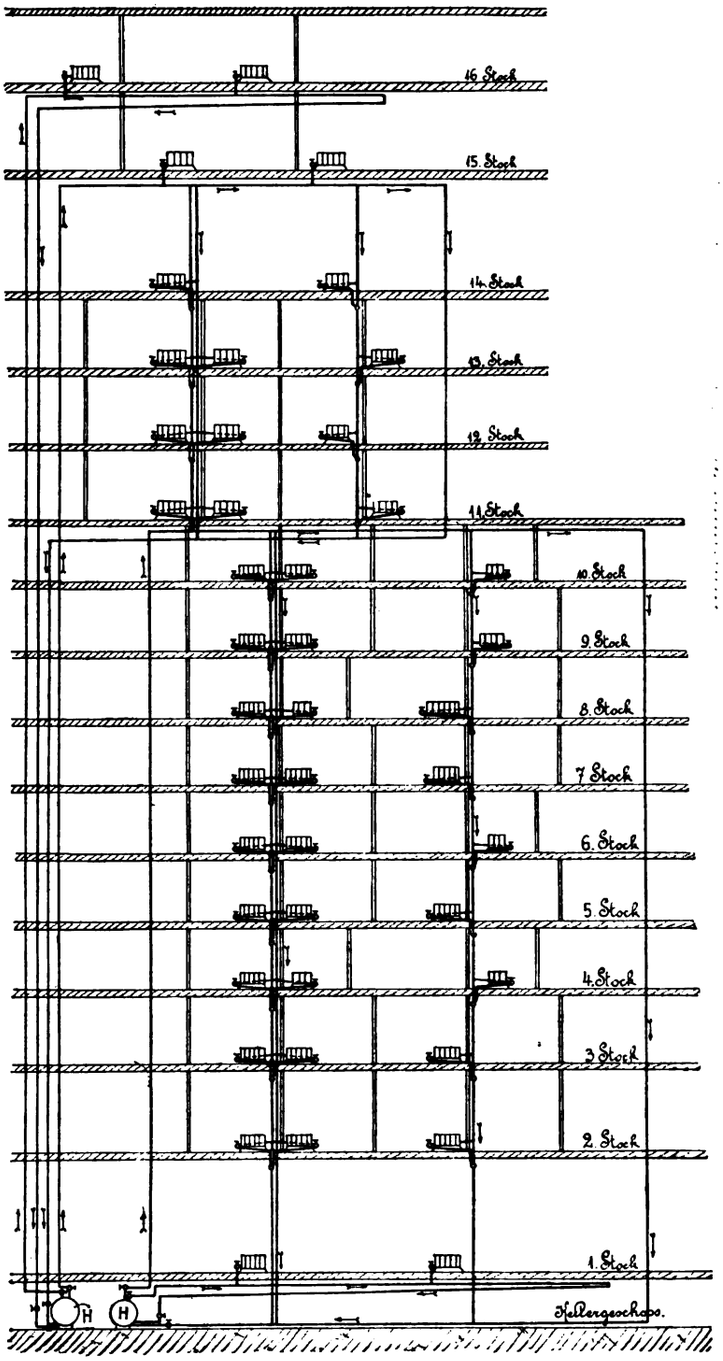
Auditorium-Gebäude.

Das grofse Auditorium-Gebäude, von den Architekten Adler und Sullivan im Auftrage der Chicago Auditorium Association in den Jahren 1887 bis 1890 erbaut, enthält die grofsen Aufführungs- und Versammlungshallen, das Auditorium-Hotel, das Auditorium-Geschäftshaus und den 19 Stockwerke hohen Beobachtungsturm. Das Gebäude bedeckt eine Fläche von $1\frac{5}{8}$ acres = 6575 qm. Ein Vorstellung des Gebäudes giebt der Grundriss Fig. 44 und die perspektivische Ansicht Fig. 42.

Die Länge der Strafsenfront in der Michigan Congress und Wabash Avenue erreicht 710′ = 216 m. Das 10 stöckige Hauptgebäude ist 145′ = 44 m hoch und wird von dem viereckigen massiven Turm um 95′ = 29 m überragt. Auf dem Turm befindet sich noch eine aus Eisenkonstruktion hergestellte Laterne von 30′ = 9 m Höhe, was eine Gesamthöhe von 270′ = 82 m ergiebt.

Fig. 40.

Heizungsanlage des Auditorium-Geschäftshauses.
Mafsstab 1 : 400.



Eine Vorstellung von der Gröfse des Baues geben folgende Zahlen:

Gesamtgewicht des ganzen Gebäudes		110000 t
Kosten des Gebäudes		3000000 $
» der Eisenkonstruktion		600000 $
Länge der Gas- und Wasserleitungen	25 Meilen =	40 km
» » elektrischen Leitungen .	230 » =	370 »
Zahl der elektrischen Glühlampen		12000
» » Dynamomaschinen		11

Zahl der	elektrischen Motoren für Lüftung . .	13
»	» hydraulischen Motoren	4
»	» Dampfkessel	11
»	» Pumpen	21
»	» Personenaufzüge	13
»	» hydraulischen Hebewerke f. d. Theater	26

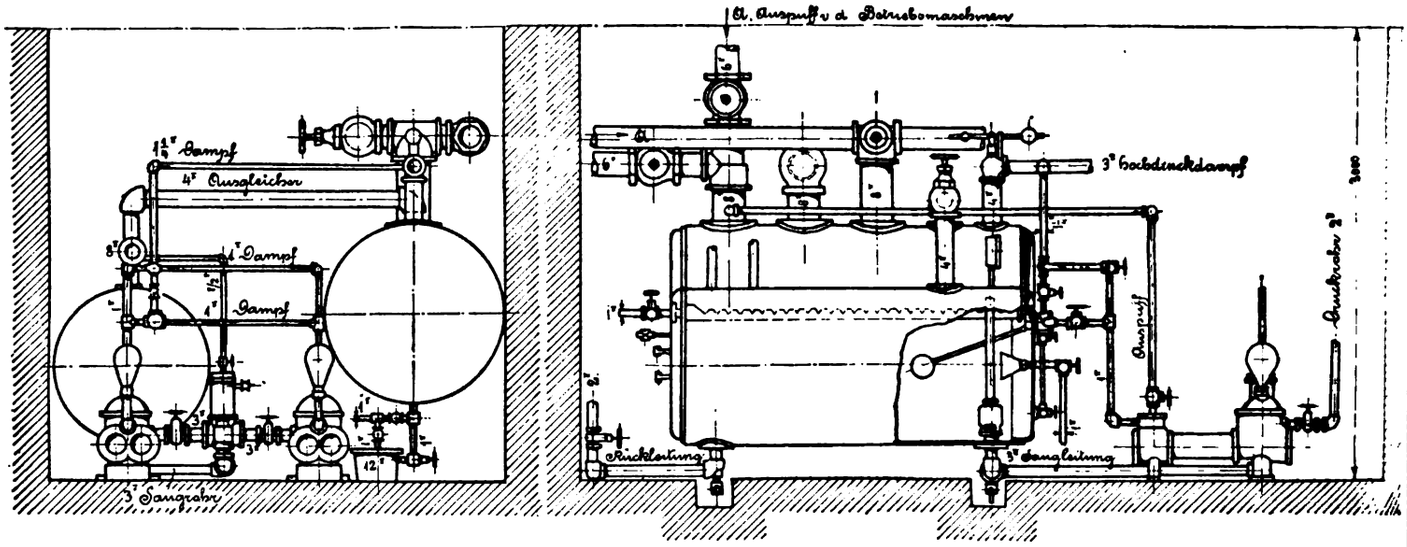
Aufgabe des vorliegenden Berichtes soll es sein, die verschiedenen Maschinenbetriebe zu kennzeichnen und die Vorstellung der Einzelheiten eines solchen Grofsbetriebes innerhalb von Gebäuden durch einige Konstruktionsskizzen zu vervollständigen. Das Gebäude, insbesondere das Hotel, gehört nicht zu den gröfsten, jedoch zu den maschinell best eingerichteten in Amerika, und es kann die Anlage als Muster vieler anderer gelten.

Die Heizung, Beleuchtung und Krafterzeugung für dieses rd. 300 000 cbm haltende Riesengebäude wird durch 2 von einander unabhängige im Kellergeschoss untergebrachte Maschinenanlagen besorgt. Der jährliche Kostenaufwand für den Betrieb der Maschinenanlage beträgt rd. 70 000 $.

Die eine Anlage dient lediglich für das Hotel und ist

Fig. 41.

Verteilungsapparat für den Auspuffdampf und das Kondensationswasser. Mafsstab 1 : 50.



am meisten beansprucht; die andere versieht die sogenannte Auditorium-Abteilung, d. i. das 6- bis 7000 Personen fassende Theater, den Versammlungssaal und das eigentliche Geschäftshaus, dessen Verwaltung vom Hotel getrennt ist. Beide Anlagen bestehen im wesentlichen aus den gleichen Maschinen, Dynamos und Kesseln.

Die an der Wabash Avenue gelegene Auditorium-Zentrale enthält 3 liegende Tandem (Williams)-Maschinen von je 125 PS, 2 Straight Line-Maschinen von je 50 PS und eine Ide-Maschine von 100 PS, die alle zum Betrieb von Edison-Dynamos dienen. Die Gesamtanordnung dieser Zentrale ist aus Fig. 44 ersichtlich, zugleich Grundriss des ganzen Gebäudes. Die Maschinen sind sämtlich raschlaufende.

Der Strombedarf der Station ist sehr verschieden, je nach der Benutzung der Theater- und Versammlungsräume, und schwankt zwischen 300 und 2000 A.

Zum Betrieb der 5 Aufzüge, von denen 3 für das Geschäftshaus, die beiden anderen für den Turm dienen, sind 2 grofse Tandem-Worthington-Pumpen von je ungefähr 150 PS gröfster Leistung vorhanden. Für den Hausbedarf an Kalt- und Heifswasser sind 4 kleine Worthington-Pumpen im Betrieb.

Sämtlicher Auspuffdampf wird im Winter zu Heizzwecken verwandt, genügt aber nicht vollständig, sodass frischer Dampf hinzugenommen werden muss.

Erwähnenswert sind die Einrichtungen für Heizung und Kühlung des grofsen 8000 Personen fassenden Aufführungssaales. Hier werden Heizung und Lüftung gleichzeitig durch Luft bewirkt. Ein 50pferdiger im Kellergeschoss aufgestellter Ventilator bläst frische Luft durch einen Schacht in eine geräumige Luftkammer, wo die Luft entweder im Winter durch Dampfröhren erwärmt wird oder im Sommer in einen weiten 20 m hohen Schacht gelangt, um hier gekühlt zu werden. Die Kühlung erfolgt dadurch, dass man in dem Schacht fein verteiltes, an sehr heifsen Tagen durch Eis abgekühltes Wasser herunterfallen lässt.

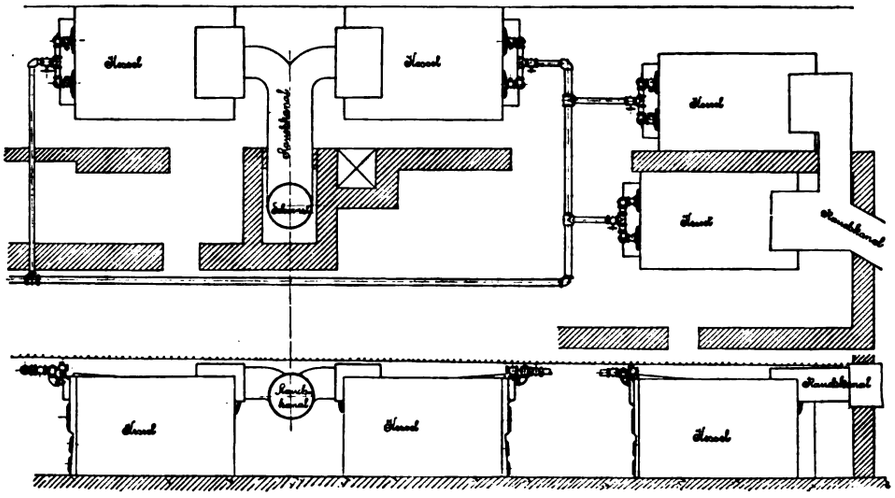
Die Kesselanlage ist in Fig. 43 dargestellt. Die Kessel sind nicht planmäfsig aufgestellt, sondern mussten den örtlichen Verhältnissen angepasst werden.

Zum Betrieb sind aufser dem leitenden Ingenieur an Personal vorhanden: 2 Maschinisten, 2 Hilfsmaschinisten, 2 Elektriker und 6 Heizer, die in 2 Schichten, Tag- und Nachtbetrieb, arbeiten.

Die zweite Kraftanlage versieht nur das Hotel. Die

Fig. 42.
Auditorium-Gebäude.

Fig. 43.
Dampfkesselanlage des Auditorium-Geschäftshauses. Maßstab 1 : 250.



Anordnung der Maschinen und Kessel ist in Fig. 46 dargestellt. Die Anlage enthält 3 Williams-Maschinen, 1 Ide-Maschine und 1 Straight Line-Maschine für den Dynamobetrieb, 1 grofse Tandem-Worthington-Pumpe *a* von 29″ und 16″ (737 und 406 mm) Dampfcylinder-Dmr. und 18″ = 457 mm Hub, 1 kleinere Duplexpumpe *b* für den Betrieb der

8 Hotelaufzüge, und 6 kleinere Worthington - Pumpen für Kesselspeisung und zur Lieferung des heifsen und kalten Wassers für den Hotelbedarf.

Die Kesselanlage des Hotels besteht aus 5 Kesseln derselben Bauart wie in der Auditorium-Abteilung. Die Anordnung ist aus Zeichnung Fig. 47 ersichtlich. Es sind jedoch wegen Raumbeschränkung die Kessel ohne den in den Skizzen dargestellten Oberkessel ausgeführt worden.

Die Heizung des Gebäudes erfolgt mittels Auspuffdampfes. Im Winter wird stündlich bis zu 1500 kg frischer Dampf hinzugefügt. Die Heizfläche der im Hotel vorhandenen Heizkörper beträgt etwa 65 000 qm. Der Auspuffdampf der Maschinen wird in einen grofsen Behälter geleitet, zum Absondern des Kondensationswassers und Oeles, und gelangt von da in die Heizröhren. Das für den Hotelgebrauch bestimmte heifse Wasser wird in den beiden Behältern *e*, Fig. 46, durch frischen Dampf erwärmt. In diesen Behältern befindet sich ein Röhrensystem, durch welches der Dampf streicht, das umgebende Wasser erwärmend; das kalte Wasser wird unten zugeführt, das warme geht oben nach dem unter Dach befindlichen Warmwasserbehälter ab. Dieser Behälter ist mit dem tiefsten Teil des Wasserwärmers durch eine Rückleitung verbunden, sodass das Wasser umläuft und beständig warm gehalten wird. Der Wasserdruck im Wärmer beträgt 60 Pfd. = 4,2 kg/qcm. Die übliche Spannung des Auspuffdampfes beträgt 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm, welche trotz des grofsen Gegendruckes auf die Betriebsmaschine im Sommer beibehalten wird, um Druck für die Wäscherei zur Verfügung zu haben.

Das in den Heizkörpern sich bildende Kondensationswasser fliefst in einen besonderen Behälter zurück und wird, bevor es zum Kesselspeisen verwandt wird, durch Koksfilter vom Oel gereinigt. Das Wasser kommt jedoch verhältnismäfsig kalt in die Kessel (30°C), weshalb es bei anderen Anlagen durch Auspuffdampf noch einmal vorgewärmt wird.

In der Zentrale sind 2 kleine Westinghouse - Kompressoren zum Betrieb der selbstthätigen Entleerungsvorrichtungen für die Abwässer vorhanden.

Das Hotel enthält 580 Zimmer, die aber dem Be-

Fig. 44.

Grundriss des Auditorium-Gebäudes. Mafsstab 1 : 600.

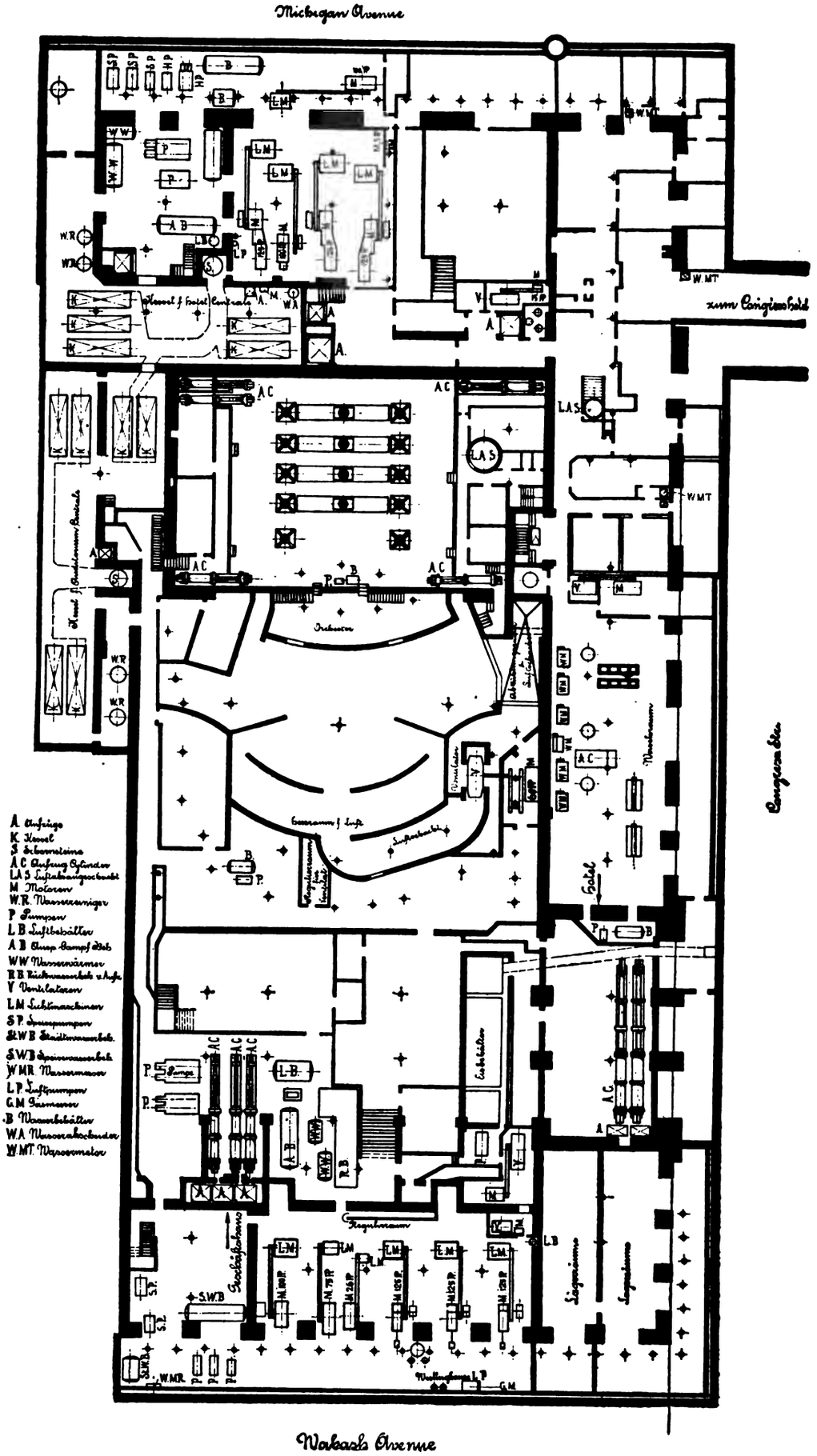
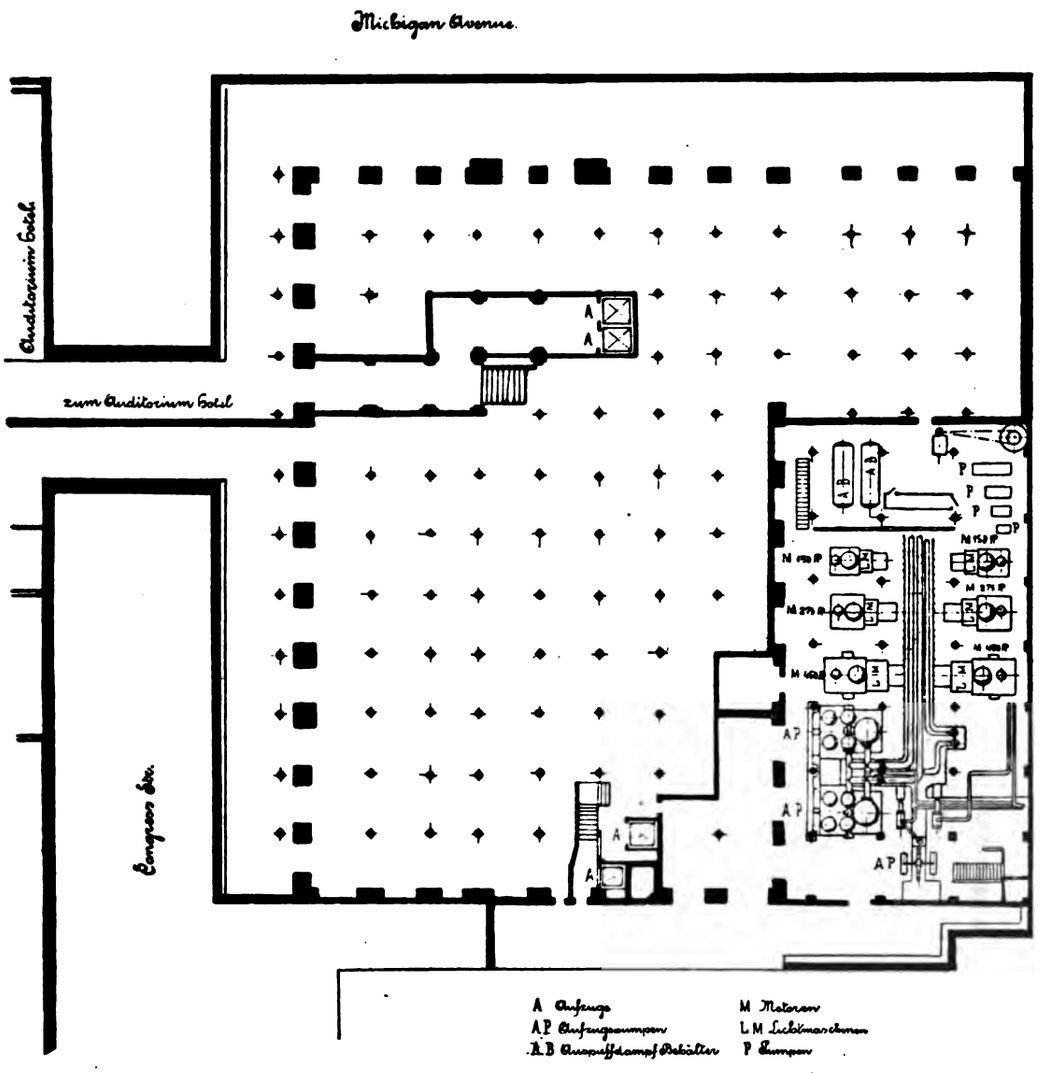


Fig. 45. Grundriss des Congress-Hotels. Maßstab 1 : 500.



dürfnis nicht mehr genügen. Es ist deshalb von der Auditorium Association ein grofser Hotelneubau, das neue Congress-Hotel, gegenüber dem Auditorium aufgeführt, der nahezu vollendet ist.

Im Jahresdurchschnitt werden für Beleuchtung des alten Hotels, das mit 6500 Glühlampen ausgestattet ist, 300 PS verwandt, für Aufzugbetrieb 50,4 PS und für sonstigen Pumpenbetrieb 2,7 PS; der Kraftbedarf ist natürlich sehr verschieden und schwankt für Beleuchtungszwecke im Winter von 800 PS zur Nachtzeit bis zu 200 PS zur Tageszeit und geht herunter bis zu 30 PS im Sommer zur Tageszeit.

Die Maschinen- und namentlich die Kesselanlage ergeben einen sehr wenig wirtschaftlichen Betrieb. Die Kessel leisten nur 6-fache Verdampfung; der Dampfverbrauch der Lichtmotoren beträgt etwa 16,3 kg und der der Pumpmaschinen etwa 81,5 kg für 1 PS-Std., sodass der Betrieb im Sommer, wo der Auspuffdampf nicht benutzt wird, sehr kostspielig wird.

Nachfolgende Zahlen geben Aufschluss über die Betriebsverhältnisse und Kosten der Maschinenanlage des Hotels. Die Leitung ist in den Händen eines Ingenieurs, der tags 22 und nachts 17 Maschinisten und Hilfsarbeiter zur Verfügung hat, zusammen 39 Mann. Aufserdem sind noch 7 Personen mit der Führung der Aufzüge betraut.

Die Aufzugpumpen haben während des Jahres 1892 in die Behälter des Turmes 154 126 300 Gallonen = rd. 600 000 cbm Wasser gepumpt. 6 Aufzüge waren täglich während 18 Std., 2 während 4 Std. und 1 während $3\frac{1}{2}$ Std im Betrieb.

Für häusliche Zwecke und Kesselspeisung der Hotelzentrale wurden 32 958 500 Gall. = rd. 125 000 cbm jährlich verbraucht, was einen jährlichen Kostenaufwand von 2714,6 $ verursachte.

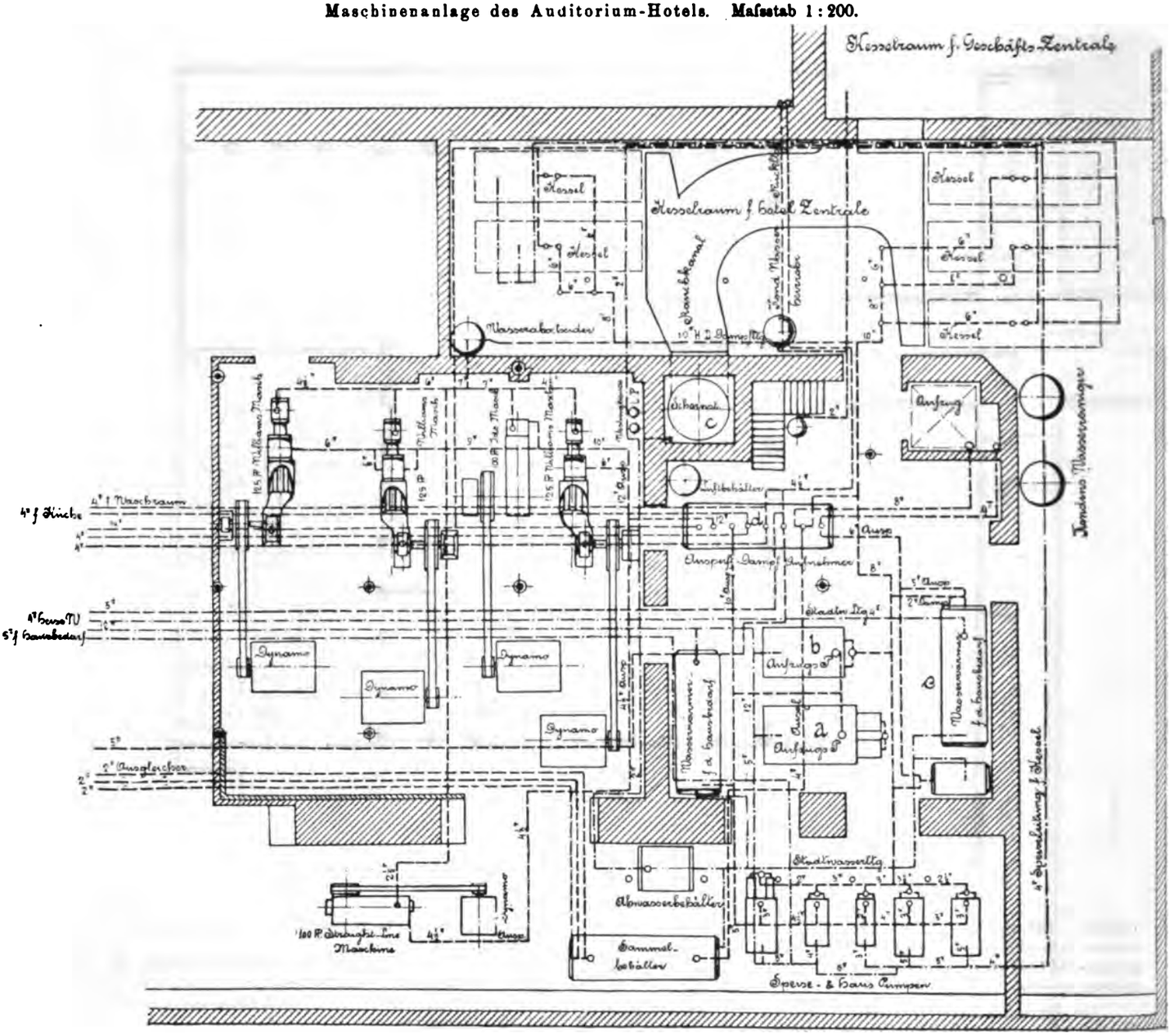
Die Gesamtausgaben betrugen über 55 000 $; dabei sind rd. 7200 $ für Gas und Wasser inbegriffen.

Die jährlichen Kosten (die täglichen Durchschnittskosten sind in Klammern beigefügt) setzen sich zusammen aus:

Kohlen	17 897,7 $	(49,03 $),
1 t Kohle zu 2,85 $		
Arbeitslöhne für Maschinisten . . .	16 827,83 $	(46,12 $),
oder für 1 Maschinisten täglich 2 $		
Arbeitslöhne für das Aufzugspersonal	4 850,8 $	(13,56 $),
oder für 1 Mann täglich 89 Cts.		
Brenngas	4 208,8 $	
Leuchtgas	309,36 $	
Reparaturkosten für die Gasleitungen	27,19 $	
elektrische Abteilung: Lampenersatz,		
Drähte usw.	4 228,58 $	(7,73 $),
(täglich ungefähr 15 Lampen)		
Reparaturkosten der Kleinmotoren für		
Lüftung	47,81 $	
elektrische Glocken u. dgl.	149,26 $	
Spenglerarbeiten	510,46 $	
Unratabführvorrichtungen	39,30 $	
Maschinenkonto	475,21 $	

Fig. 46.

Maschinenanlage des Auditorium-Hotels. Maßstab 1 : 200.



Maschinenreparaturkosten	209,64 $	
hydraulischer und Pumpendienst .	192,93 $	
Aufzugsbetrieb	461,77 $	
Kesselbetrieb einschl. Reparatur der Feuerbrücken und Roststäbe . .	767,91 $	(2,10 $),
Wasserverbrauch	2 714,60 $	(7,43 $),
Oelverbrauch	1 040,26 $	(2,89 $),
Reparaturkosten für die Dampfheizungsanlage	398,00 $	
allgemeine Unkosten	332,42 $	
Reparaturkosten in der Wäscherei .	123,17 $	

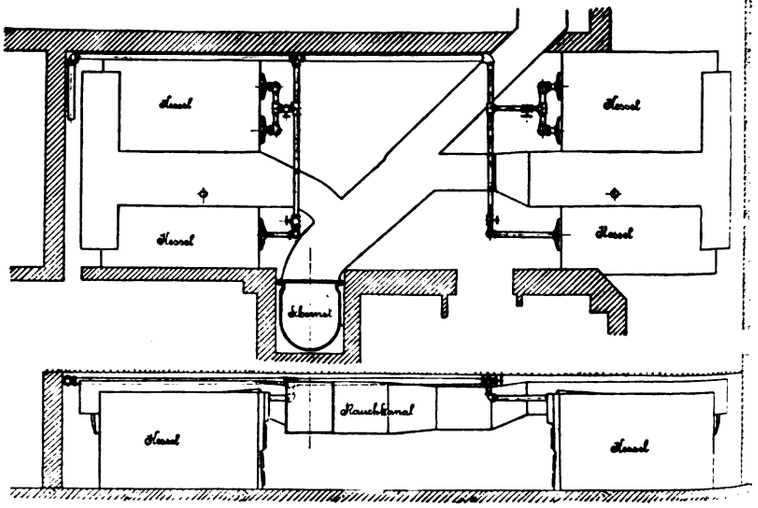
Im Betriebsjahre 1891 sind folgende Betriebsstörungen vorgekommen:

Der Aufzugsbetrieb wurde am 4. Mai von 1 bis 5 Uhr früh unterbrochen, um den Zustand der Wasserbehälter zu untersuchen, welche ausbesserungsbedürftig befunden wurden.

Am 31. Oktober verursachte eine Störung in der Stromleitung eine Unterbrechung in der Beleuchtung während 3 Minuten.

Fig. 47.

Dampfkesselanlage des Auditorium-Hotels. Maßstab 1 : 250.



Am 10. November fand ein Bruch an einer Aufzugsmaschine statt, ohne wesentliche Betriebsunterbrechung zu verursachen.

Andere Betriebsstörungen sind trotz des vielgliedrigen Betriebes nicht vorgekommen.

Im Jahre 1890 wurde am 10. Mai der Lichtbetrieb im östlichen Teile des Hotels $^1/_2$ Stunde lang unterbrochen.

Am 20. August wurde wegen plötzlichen Anhaltens des Aufzuges ein Zugseil aus den Rollen gehoben, die Betriebsunterbrechung dauerte 6 Stunden.

Die Temperatur im Maschinenraum betrug in den Monaten Juni, Juli und August 1890 im mittel 108° F = 42° C und stieg zeitweilig während der Abendstunden, wenn die Lichtmaschinen im Betrieb waren, bis auf 124° F = 51° C.

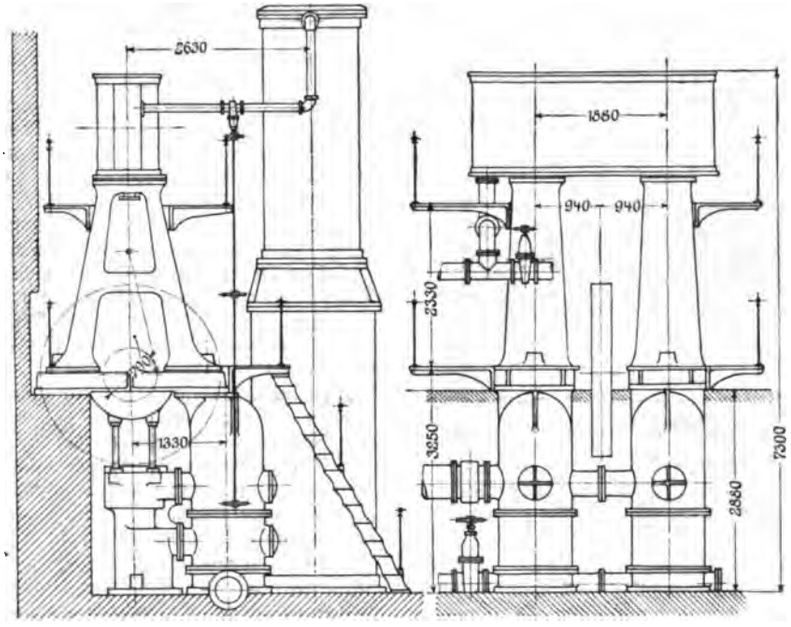
An Kohlen werden in beiden Zentralen zusammen im Winter etwa 50 t, im Sommer 35 t täglich verbraucht. Zur Bedienung der Zentralen sind zusammen etwa 65 Mann angestellt. Die Gesamtbetriebskosten des ganzen Auditorium-Gebäudes einschl. Gehälter, Kohlen, Wasser usw. betrugen im letzten Jahre 75000 $.

Bei Erbauung des oben erwähnten neuen (Kongress-) Hotels gegenüber dem Auditorium-Hotel an der Michigan Avenue wurde von der Gesellschaft auch der Bau einer neuen Zentrale beschlossen, von der aus sowohl das ganze Auditorium-Gebäude, Geschäftshaus und Hotel, als auch das neue Congress-Hotel gemeinsam versorgt werden soll. Ein Grundriss des Congress-Hotels mit der neuen Zentrale ist in Fig. 45 dargestellt. Bei Entwurf dieser neuen gemeinsamen Zentrale wurde hauptsächlich Wert auf wirtschaftlich arbeitende Maschinen und möglichste Ersparnis an Personal gelegt. Man hofft, den technischen Betrieb der gemeinsamen Maschinenanlagen für die 3 Abteilungen mit nur 40 Mann durchführen zu können.

Fig. 48.

Aufzugspumpen des Congress-Hotels.

Mafsstab 1 : 100.



Das Congress-Hotel hat rd. 140000 cbm Inhalt und enthält 6 Aufzüge und 6000 Glühlampen. Der Lichtbedarf, welcher von der neuen Zentrale zu versorgen ist, beträgt:

Auditorium-Hotel	6 500	Glühlampen
» -Geschäftshaus .	4 000	»
neues Congress-Hotel . . .	6 000	»
	16 500	Glühlampen.

Die Station hat ferner alle 3 Gebäude zu heizen, entsprechend einem Rauminhalt von zusammen rd. 425000 cbm und aufserdem die Betriebskraft für zusammen 19 Aufzüge zu liefern.

Die neue Zentralstation ist nicht im Kellergeschoss untergebracht, sondern an das Hotel angebaut, dessen Flügel sie vollständig verdecken. Das Werk ist zum Betrieb von 20000 Glühlampen eingerichtet.

Die Betriebsmaschinen sind sämtlich raschlaufende Verbundmaschinen, von den Lake Erie Engineering Works in Buffalo, N. Y., gebaut, und zwar werden 2 von je 450 PS, 2 von je 275 PS und 2 von je 150 PS aufgestellt; die Maschinen treiben direkt gekuppelte Siemens & Halske-Dynamos an.

Die Pumpenanlage besteht aus 2 von der Allis Co. in Milwaukee gebauten stehenden Pumpmaschinen von je 300 PS, deren allgemeine Anordnung aus Fig. 48 ersichtlich ist, und 1 kleineren liegenden Maschine mit Differentialpumpe von 120 PS.

Die von der Allis Co. gelieferten Pumpmaschinen haben 2 Pumpen und 2 Dampfcylinder, wovon einer Hochdruck- und einer Niederdruckcylinder ist. Die kleinere Pumpe soll nur nachts, wenn der Aufzugsbetrieb gröfstenteils ruht, in Betrieb kommen. Die Anordnung der Neuanlagen ist aus Fig. 45 ersichtlich. Die Maschinen sind im Erdgeschoss untergebracht. Die Röhrenleitungen laufen längs den Wänden des Gebäudes. Die Dampfzuführungsröhren sind doppelt ausgeführt.

Die Hauptmafse der neuen Zentrale sind aus Fig. 49 im Aufriss ersichtlich, woraus auch die allgemeine Anordnung der Maschinen- und Kesselräume erhellt. Im ersten Stockwerk, über der Maschine, sind die Kessel angeordnet, und zwar nur in einer Reihe. Es sind 7 von Campbell & Zell in Baltimore gebaute Wasserröhrenkessel mit aufsenliegendem Feuerraum aufgestellt; die Beschickung der schräggelegenden Roste geschieht selbstthätig durch Falltrichter und Schüttelvorrichtungen von dem im zweiten Stockwerk gelegenen Kohlenbehälter aus. Die Kohlenstücke fallen zunächst auf eine zu beiden Seiten der Feuerung liegende Brücke, auf

der sie verkokt werden, und rutschen dann auf den Rost. Hiermit soll vollständige Rauchverbrennung erzielt werden. Die Aschenabfuhr erfolgt ebenfalls selbstthätig.

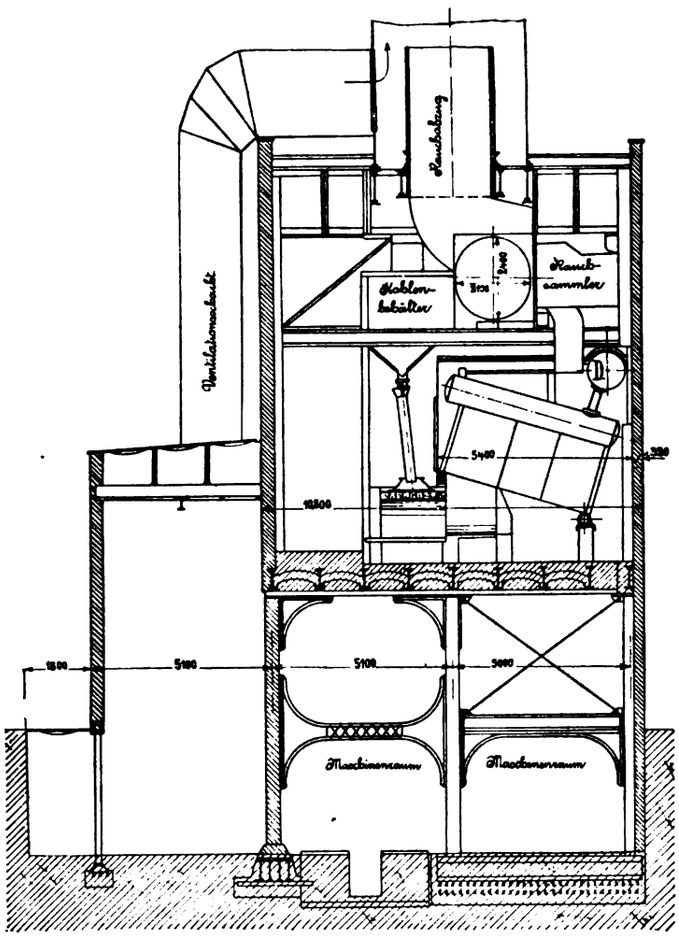
Erwähnenswert ist, dass der Dampf getrocknet und überhitzt wird, zu welchem Zwecke der Dampfdom *D* von den abziehenden Gasen umspült wird.

Der aus Eisenblech hergestellte Kamin ist doppelwandig; der innere Cylinder ist der eigentliche Kamin, der Mantelraum dient zur Lüftung des Maschinenhauses.

Man hatte ursprünglich beabsichtigt, die Maschinen mit Kondensation zu bauen und das erforderliche Kondensationswasser aus dem nahe gelegenen Michigan-See zu entnehmen, um im Sommer möglichst billig arbeiten zu können. Diese Absicht scheiterte aber sowohl an den zu hohen Kosten des

Fig. 49.

Querschnitt durch das Maschinenhaus des Congress-Hotels.
Mafsstab 1 : 200.



Tunnels, der das Wasser vom See herüberleiten sollte, als auch an der Ungewissheit, die über die Uferregulirung besteht.

Die Hotelgebäude liegen am Ostrande der Stadt am Seeufer, aber vor ihnen liegt die breite Anschüttung der Seeufer, welche vom grofsen Brande der Stadt herrührt, und die Hauptlinie der Illinois-Zentraleisenbahn. Der Wunsch der Stadt, das Seeufer für Anlagen zu verwenden, hat zahlreiche Projekte hervorgerufen, darunter mehrere, die genannte Eisenbahnlinie als Untergrundbahn umzugestalten und den jetzt von ihr beanspruchten Raum für Parkanlagen zu gewinnen. Die Unbestimmtheit dieser Projekte sowie gewisse Vorrechte der Stadtwasserleitung lassen die Benutzung des Sees für Maschinenanlagen vorläufig nicht zu.

Die Auditorium Association glaubt den Betrieb für die 3 Abteilungen in der neuen Station mit einem jährlichen Aufwand von etwa 60000 $ bestreiten zu können, was den Einzelanlagen gegenüber einer Ersparnis von 30000 $ entsprechen würde.

Ueber die Möglichkeit von Ersparnissen und die Bedeutung des Maschinenbetriebes in den Geschäftshäusern von Chicago werde ich noch später zu berichten Gelegenheit finden.

Rookery-Gebäude.

Das Rookery-Gebäude ist ein grofses, in der Mitte der Stadt gelegenes Geschäftshaus. Es ist 195′ = 59,4 m lang, 195′ = 59,4 m breit und 156′ = 47,5 m hoch und enthält über 150000 cbm. Zur Bewältigung des inneren Verkehrs sind 12 hydraulisch betriebene Aufzüge vorhanden, von denen etwa die Hälfte den Verkehr bis zum 7. Stockwerk vermittelt, während die andere Hälfte bis zum 7. Stockwerk als »Expresszug« durchläuft und von da ab bis zum 12. Stockwerk den Verkehr vermittelt. Es mag bemerkt werden, dass die hoch gelegenen Räume die gesuchteren sind. Die Maschinenanlage befindet sich im Kellergeschoss. Für den Lichtbetrieb sind 2 Corliss-Maschinen von 20″ = 508 mm Dmr. und 42″ = 1067 mm Hub vorhanden, von denen die eine, gebaut von Hooven, Owens & Rentschler in Hamilton, Ohio, mit 80, die andere, von Weifsel & Pilter in Milwaukee gebaute mit 94 Min.-Umdr. betrieben wird. Beide Maschinen treiben mittels Riemen eine Transmissionswelle an und können durch Reibungskupplungen ausgeschaltet werden. Von der Transmissionswelle aus, welche mit 156 Umdr. läuft, werden 4 Edison-Dynamos angetrieben, deren Umdrehungszahl 628 beträgt. Da der Lichtbedarf von nachts 11 Uhr bis morgens 6 Uhr sehr gering ist, wurde nachträglich eine Straight Line-Maschine aufgestellt, die eine fünfte Edison-Dynamo mittels Riemen ohne Zwischenschaltung der Transmission antreibt.

Das Druckwasser für die Aufzüge wird durch 3 Tandem-Worthington-Pumpen geliefert, von denen aber nur 2 in regelmäfsigem Betriebe sind. Das Wasser wird in einen 55 m hoch gelegenen Behälter unter Dach gedrückt, sodass ein hydrostatischer Druck von über 5 Atm. für den Aufzugsbetrieb zur Verfügung steht. Von morgens 7 bis abends 6 Uhr sind alle 12 Aufzüge im Betrieb, von 6 bis 7 Uhr nur 2, während der Nacht nur 1 Aufzug.

Zur Lieferung des Warm- und Kaltwassers sind je zwei Pumpen aufgestellt; die beiden Kaltwasserpumpen stehen im regelmäfsigen Betrieb, während nur eine Warmwasserpumpe für gewöhnlich betrieben wird.

Der Auspuffdampf wird zur Heizung verwandt. Das Gebäude enthält Heizkörper von zusammen 54000 Quadratfufs = rd. 5000 qm Heizfläche, sodass ungefähr auf 30 cbm des Gebäudes 1 qm Heizfläche kommt. Frischer Dampf wird zur Heizung namentlich Sonntags und im Winter nachts verwandt. Das Gebäude wird im Winter Tag und Nacht geheizt, um Durchkältung zu verhüten.

Es sind 8 Dampfkessel von je 90 PS vorhanden, davon werden aber im Sommer nur 4, im Winter 6 regelmäfsig benutzt. Um Heizer zu sparen, werden die Kessel überanstrengt und im Winter bis auf 150 PS beansprucht.

Das Gebäude enthält 4000 Glühlampen. Der elektrische Betrieb wird während 24 Stunden durchgeführt. Der Lichtbedarf ist während der verschiedenen Tageszeiten sehr schwankend, und zwar geben die Ampèremeter an: für die Zeit von 6 Uhr früh bis 5 Uhr nachmittags durchschnittlich 700 A, von 5 bis 6 Uhr 950 A, von 6 bis 9 Uhr 600 A, von 9 bis 11 Uhr 380 A, von 11 Uhr nachts bis 6 Uhr morgens 150 A bei 110 V Spannung. Infolge der schlechten Wirkungsgrade ergiebt sich als entsprechende indizirte Dampfmaschinenleistung für Lichtbetrieb: von 6 Uhr früh bis 5 Uhr nachmittags 170 PS, von 5 bis 6 Uhr 235 PS, von 6 bis 9 Uhr 147 PS, von 9 bis 11 Uhr 95 PS, von 11 Uhr nachts bis 6 Uhr früh 37 PS. Im Durchschnitt sind, der Tag zu 24 Std. gerechnet, für Beleuchtung stündlich 125 PS erforderlich.

Für den Aufzugsbetrieb können, während 11 Stunden am Tage, 175 Dampf-PS gerechnet werden.

An Kohlen werden verbraucht: im Sommer 275 t, im Winter 5- bis 600 t für den Monat.

Aufser einem Ingenieur sind an Personal zur Bedienung der Maschinen und Kessel vorhanden: 4 Maschinisten, 3 Heizer bei Tage, 2 Maschinisten und 2 Heizer nachts, zusammen 11 Personen. Für die Bedienung der Aufzüge und Reparaturarbeiten an den Leitungen und Aufzügen sind weitere sechs Mann angestellt, das gesamte Personal beläuft sich also auf 17 Personen.

Bei einem Kohlenpreise von 2,75 $ für die Tonne werden im Sommer 756 $, im Winter 1520 $ für den Monat, für Personal werden im Sommer und Winter 750 $ monatlich verausgabt.

Geschäftshaus Dearborn Street 167.

Das Geschäftshaus Dearborn Street 167 ist ein älteres, seit 10 Jahren bestehendes Gebäude von verhältnismäfsig geringer Höhe (7 Stockwerke). Es ist von Interesse, die Betriebsverhältnisse dieses nach Chicagoer Begriffen kleinen Geschäftshauses, dessen Einrichtung weit hinter den modernen Anforderungen zurücksteht, zu kennzeichnen.

Das Gebäude hat 104' × 120' (31,7 m × 36,6 m) Grundfläche und 100' = 30,5 m Höhe, und der zu heizende Raum entspricht etwa 42000 cbm. Im Erdgeschoss befindet sich ein Restaurant, die übrigen Räumlichkeiten werden als Bureaus benutzt.

Für den Betrieb von 3 Aufzügen ist eine grofse Worthington-Pumpe vorhanden; eine kleinere dient als Reserve. 2 kleine Pumpen derselben Gattung versorgen das Haus mit heifsem und kaltem Wasser.

Die Kesselanlage besteht aus drei Wasserröhrenkesseln. Der Dampfdruck beträgt 70 bis 80 Pfd. (4,9 bis 5,6 kg/qcm).

Der Auspuffdampf wird zur Heizung benutzt, reicht aber im Winter bei weitem nicht aus, sodass mehr als die Hälfte an frischem Dampf zugeführt werden muss.

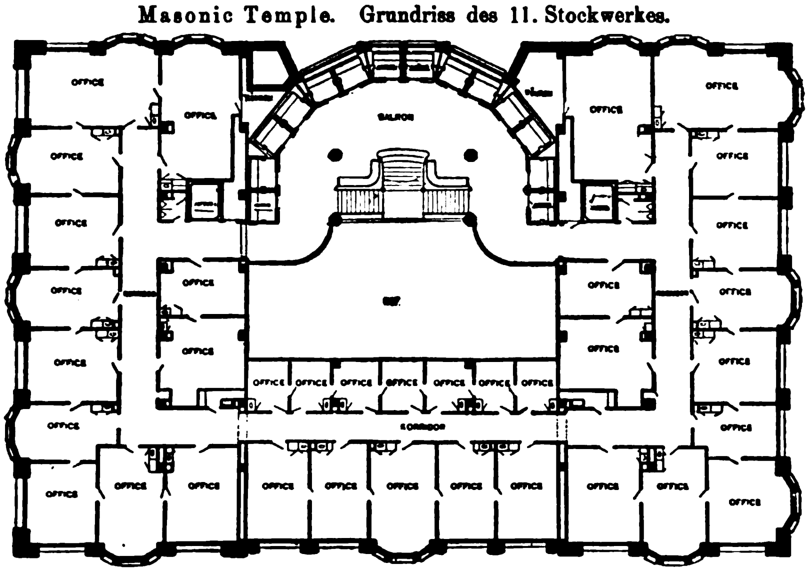
Besonders viel Dampf erfordert das Restaurant, das mit Dampf kocht und infolgedessen Dampf von 2,5 bis 2,8 kg/qcm Pressung bekommt.

Zur Bedienung sind 1 Maschinist und 1 Heizer am Tage und 1 für die Nachtzeit vorhanden.

Die Betriebskosten betragen:

Fig. 50.
Masonic Temple.

Fig. 51.
Masonic Temple. Grundriss des 11. Stockwerkes.



an Kohlen für Heizung	1275 $
» » » das Restaurant	375
» » » den Pumpenbetrieb	850
	2500 $

1 t Kohlen kostet 3 $.

an Gehältern für 1 Maschinisten und 2 Heizer . .	2400 $
an Oel, Wasser, Gas für Beleuchtung	750
Kesselunterhalt	350
	3500 $

Masonic Temple-Geschäftshaus.

Eine neuere Maschinenanlage ist im Masonic Temple-Gebäude, dem bisher höchsten Gebäude in Chicago, ausgeführt und erst seit einem Jahre im Betrieb. Eine Vorstellung von der Gröfse des Gebäudes geben die Fig. 50 und der Grundriss des 11. Stockwerkes, Fig. 51. Hauptschwierigkeiten waren die sehr beschränkten Raumverhältnisse. Der Maschinenraum musste unter den Fufssteig der Strafse gelegt und infolgedessen 1000 PS in einen Raum von 9' = 2,7 m Höhe, 112' = 34,1 m Länge und 22' = 6,7 m Breite untergebracht werden.

Es sind zwei 500pferdige von Fraser & Chalmers in Chicago gebaute Corliss-Maschinen aufgestellt, s. Fig. 52 bis 54. Die Maschinen laufen mit 90 Umdr. und treiben mittels eines 1,1 m breiten Riemens eine Transmissionswelle an, von der aus 6 Thomson-Houston-Dynamos betrieben werden.

Die Schwungräder der Maschinen konnten des beschränkten Raumes wegen nur geringen Durchmesser erhalten und sind deshalb sehr schwer, s. Querschnitt Fig. 54, welcher auch die eigenartige Fundirung zeigt. Das Maschinenbett mit Rundführung ist aus 2 Teilen verschraubt. Die Transmission macht 267 Min.-Umdr. Jede einzelne Riemscheibe ist mittels

Fig. 14 bis 16. Maschinenanlage

Fig. 52.

Querschnitt des Maschinenhauses.
Mafsstab 1 : 60.

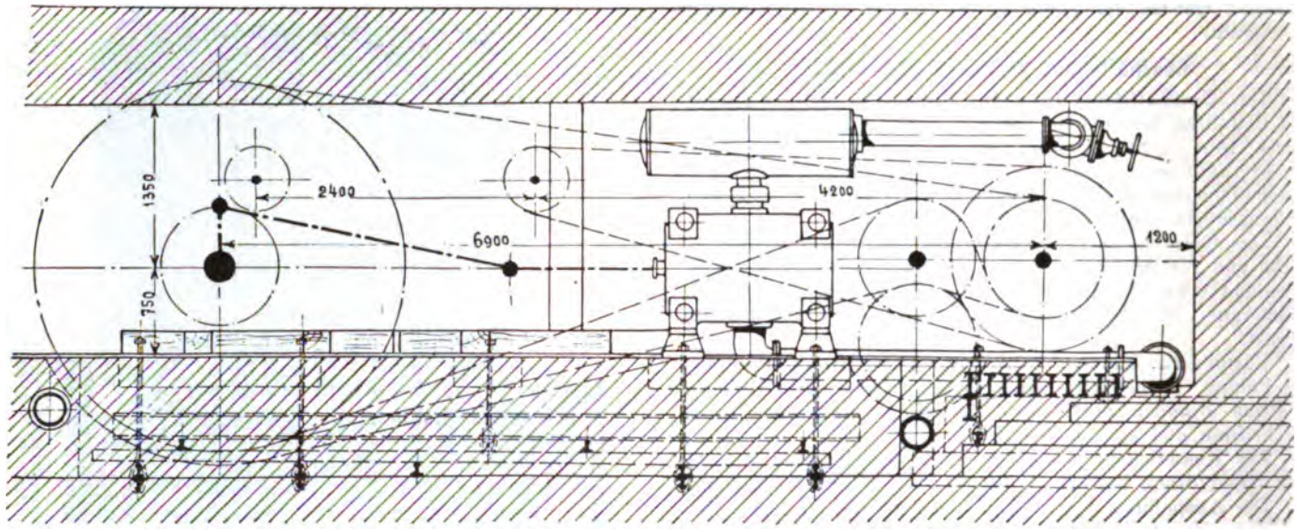
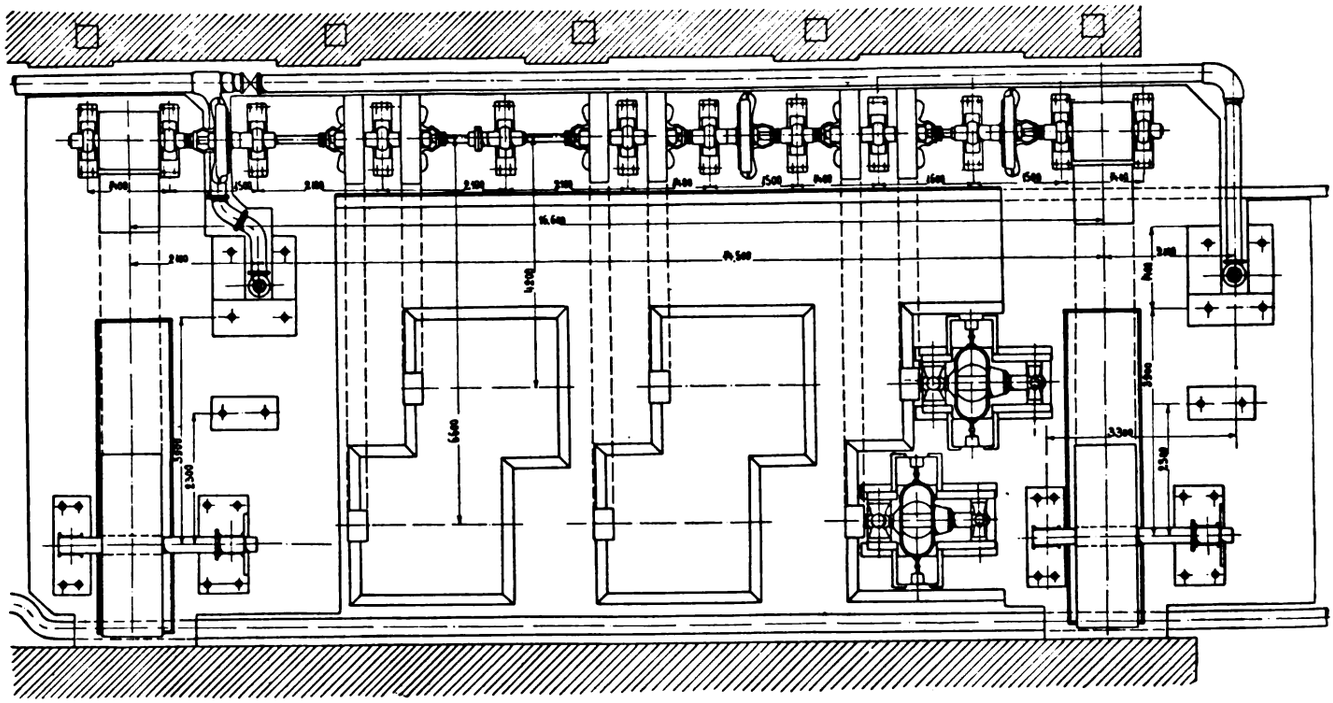


Fig. 53.

Grundriss des Maschinenhauses.
Mafsstab 1 : 60.



Reibungskupplung ausrückbar. Eine Dampfmaschine genügt für den Betrieb, die zweite ist zur Reserve da.

Zwischen der Transmission und den beiden Maschinen stehen die Dynamos, jede von 650 A. Die Dynamomaschinen laufen mit 700 Min.-Umdr. Das Schaltbrett liegt zunächst den Dynamos; es ist auf einer Marmorplatte hergestellt und wie hier üblich, reich ausgestattet.

Der Raum ist so beengt, dass die Maschinen nur von der Strafse aus in den Maschinenraum hinuntergelassen werden konnten. Nach der Montirung wurde dann die Decke, über welche der Fufs- und Fuhrwerksverkehr geht, darüber gebaut. Die berüchtigsten unterirdischen Maschinenräume für Bergbauanlagen sind reichlicher bemessen.

Für den Betrieb der 14 Aufzüge des Gebäudes sind

3 Tandem-Worthington-Pumpen vorhanden, von denen jedoch 1 für den Betrieb genügt. Die Wasserpressung für den Aufzugsbetrieb beträgt 130 Pfd. = 9,1 kg/qcm. 12 Aufzüge sind von morgens 7 bis abends 6 im Betrieb, bis 6½ nur 2 und bis 11 Uhr nur einer.

Zur Kesselspeisung werden 2 stehende Worthington-Pumpen benutzt. Die Anlage enthält 8 Wellrohrkessel mit vorgebautem Feuerraum, s. Fig. 55 und 56. Das Wellrohr hat 48″ = 1219 mm Dmr. und ist 13′ 6″ = 4,1 m lang. Jeder Kessel wiegt rd. 16000 kg. Der Dampfdruck beträgt 100 Pfd. = 7 kg/qcm.

Zur Versorgung des Gebäudes mit warmem und kaltem Wasser sind 2 Worthington-Pumpen im Betrieb.

Der Auspuffdampf wird in der üblichen Weise zur Heizung benutzt. Im Gebäude sind über 1300 Heizkörper vorhanden, denen der Dampf durch 67 verschiedene aufsteigende Rohrleitungen zugeführt wird. Die gesamten Heizdampfleitungen besitzen 376 Ausdehnungsvorrichtungen. Das Kondensationswasser aus den Heizkörpern fliefst wieder zur Lichtstation zurück, wird durch Auspuffdampf vorgewärmt und zur Kesselspeisung benutzt. Das Speisewasser wird durch Einspritzen in einen mit Auspuffdampf gefüllten Behälter vorgewärmt.

Für Lichterzeugung sind ungefähr 80 bis 90 PS im Durchschnitt auf 24 Std. täglich im Betrieb; 8000 Glühlampen werden mit Strom versorgt. Die Zentrale liefert gleichzeitig 120 Dampfkessel-PS an ein Nebengebäude.

Der tägliche Kohlenverbrauch betrug im Sommer 12 t, im Winter 18 t, im letzten Januar, bei der ungewöhnlichen Kälte erreichte er sogar 24 t. Diese Zahlen sind jedoch für den Gesamtbetrieb des Gebäudes nicht mafsgebend, da es gegenwärtig noch nicht vollständig bewohnt ist.

An Personal sind vorhanden: 1 Ingenieur, 1 Maschinist, 1 Oeler, 1 Hilfsarbeiter und 3 Heizer für den Tagbetrieb; für den Nachtbetrieb: 1 Maschinist und 2 Heizer, zusammen 10 Personen.

Für Wasser werden an die Stadt für den Monat bezahlt: im Sommer 140 $, im Winter 80 bis 90 $. Die Mehrkosten im Sommer erklären sich dadurch, dass der Dampf frei ausgepufft und nicht wie im Winter in der Heizung kondensirt wird, wodurch er wieder verspeist werden kann.

Die Gesamtkosten für die technische Durchführung des Maschinenbetriebes im ersten Betriebsjahre betrugen 32000 $.

A. Riedler.

des Masonic Temple.

Fig. 54.

Querschnitt der Fundirung. Mafsstab 1 : 60.

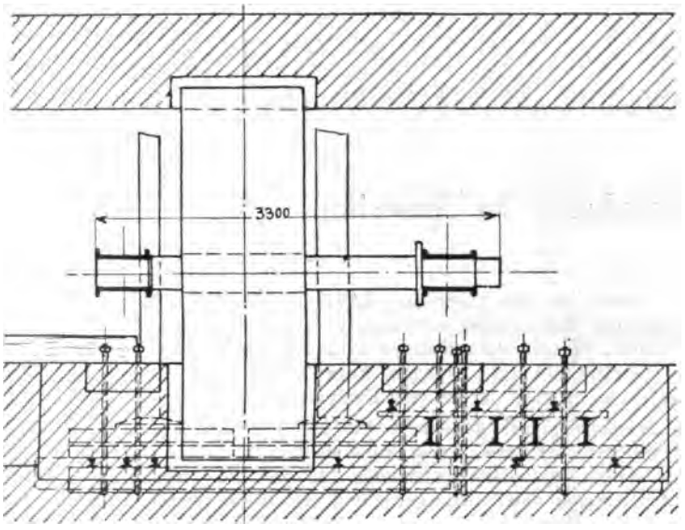
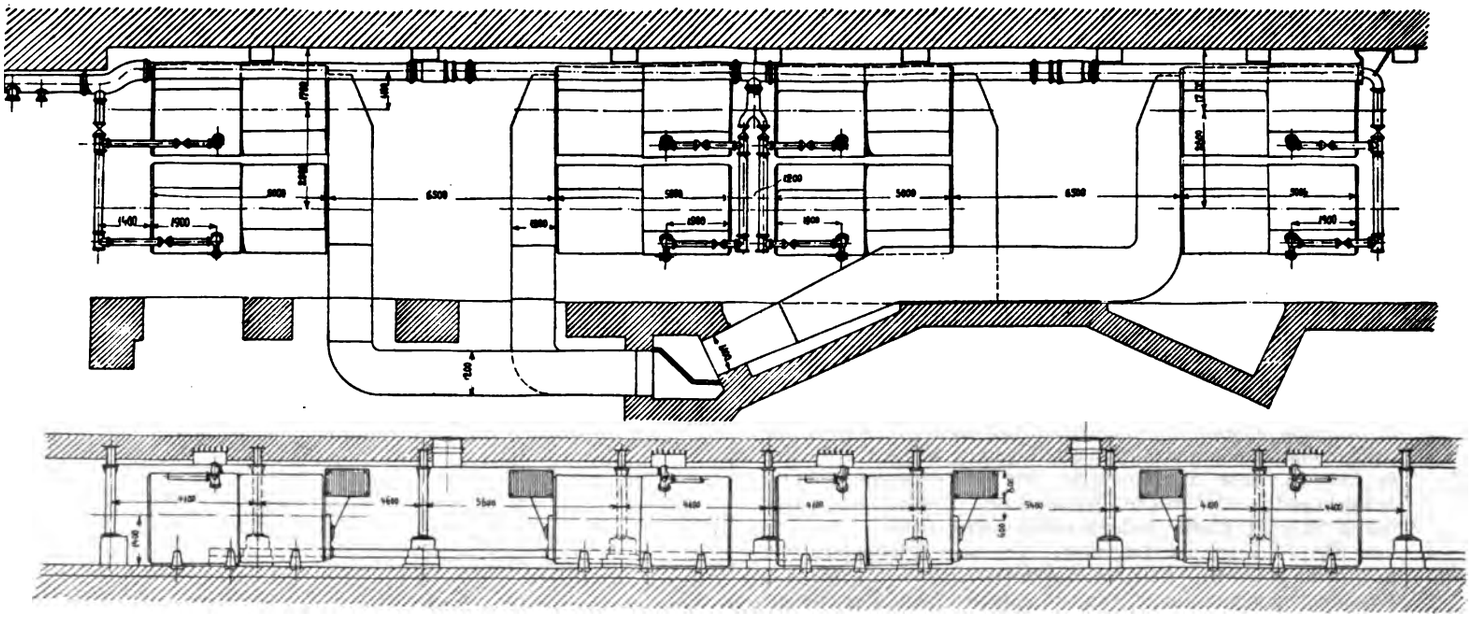


Fig. 55.

Kesselanlage des Masonic Temple. Grundriss und Seitenansicht. Mafsstab 1 : 200.



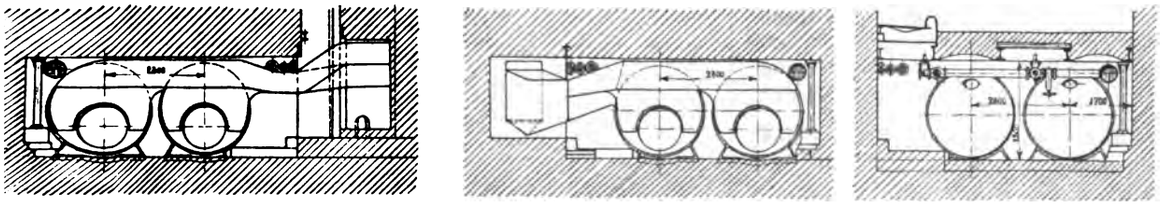


Fig. 56.

Querschnitte durch den Dampfkesselraum.

Mafsstab 1 : 200.

Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika.

Wenn ich trotz des reichen Materials, welches mir auf dem konstruktiven Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues infolge meiner gegenwärtigen Studienreise zur Verfügung steht und der Bearbeitung harrt, noch mehrmals auf Kraftanlagen zurückkommen muss, so liegt dies durchaus nicht an einer persönlichen Vorliebe für diese eine Sache, sondern an der grofsen Bedeutung, welche solche Anlagen und die damit gemachten Erfahrungen im allgemeinen und für die Zukunft besitzen, und insbesondere an der grofsen Wichtigkeit solcher Anlagen für die hier gegebenen Verhältnisse. Das technisch und wirtschaftlich vollständig richtige Bestreben geht hier immer mehr dahin, durch Kraftanlagen nicht nur Kraft, sondern zugleich mit ihr auch Wärme zu verteilen. In vielen Fällen sind hier Kraftverteilungen allein einfach unmöglich, es muss gleichzeitig auch die Heizung besorgt werden, weil sonst selbst die unvollkommensten Dampfmaschinenanlagen, welche zugleich der Heizung dienen, nicht verdrängt werden könnten.

Bevor ich die Eigentümlichkeiten und Erfahrungen mit Kraft- und Wärmeanlagen zusammenfassend bespreche, möchte ich noch, um ein vollständiges Bild der hiesigen Verhältnisse zu geben, mehrere Anlagen kurz kennzeichnen, und ich wähle hierzu zwei Arten von Beispielen:

vereinigte Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen, zu welchen ich ausführlichere Zeichnungen als bisher beifüge, weil aus den bisherigen Skizzen die erforderlichen Rohrleitungen usw. nicht genügend ersichtlich waren, und

Dampfanlagen innerhalb von Fabrikräumen, welche mit Dampfkraft und Dampfheizung vermietet werden, also eine Einrichtung, welche unmittelbar mit ähnlichen erprobten europäischen Einrichtungen verglichen werden kann.

Durch diesen Nachtrag hoffe ich die Uebersicht über die zahlreichen hiesigen Ausführungen zu vervollständigen.

Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee.

Die Zentralanlage, hinter dem Pabst-Hotel gelegen, hat die Aufgabe, mehrere demselben Besitzer gehörige Gebäude, und zwar: das Pabst-Hotel, das Pabst-Geschäftshaus, Green's Saloon, die Oper und künftig auch noch zwei weitere Gebäude, mit Licht, Kraft und Wärme zu versorgen, insbesondere allen Aufzugsbetrieb, Beleuchtung und Heizung von dieser Zentralstelle aus zu besorgen. Die Anlage, von Osborne in Chicago entworfen, ist gegenwärtig noch im Ausbau begriffen und erst mit der geringen Leistung von etwa 600 PS in Betrieb. Ihre Anordnung ist für neue derartige Anlagen bezeichnend; ausführliche Wiedergabe, insbesondere auch durch Skizzen, dürfte deshalb zweckmäfsig sein.

Fig. 57 zeigt den Lageplan. Die neue Kraftanlage enthält die gesamten Betriebsmaschinen für die Licht- und Krafterzeugungung, und von ihr laufen die Verteilungsleitungen quer über die Strafsen nach dem Hotel, versorgen es und teilen sich vor ihm nach beiden Seiten, rechts nach Green's Saloon und nach vorn zum Opernhaus abzweigend; von diesem Rohrstrang aus ist künftighin auch das neue Pabst-Gebäude neben dem Flusse zu versorgen. Vom Pabst-Hotel nach links zweigt die zweite Rohrleitung ab und versorgt die Kirby-Gebäude und das Pabst-Geschäftshaus.

In allen diesen Gebäuden werden die Aufzüge durch Hochdruckwasser und die Heizung durch Auspuffdampf betrieben.

Aufserdem läuft zu den einzelnen Gebäuden eine Hochdruckdampfleitung für Heizzwecke, ferner die Rückleitung für das Kondensationswasser aller Heizanlagen und das Betriebswasser der Aufzüge.

Fig. 58 zeigt die Abzweigung der Hauptrohrstränge vom Hotel nach der Strafse zu und die Verteilung der Rohrleitungen;

Fig. 57.

Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee.
Lageplan. Mafsstab 1 : 6000.

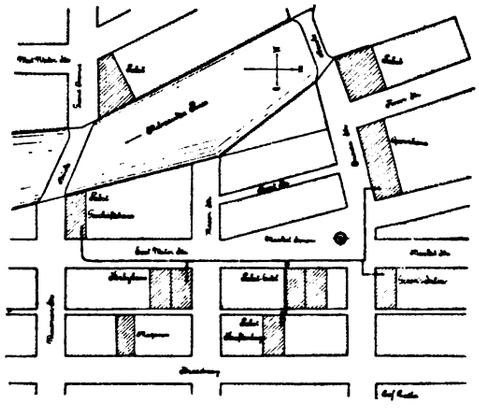


Fig. 59: Anordnung der Rohrleitungen an der Abzweigungsstelle;

Fig. 60 und 61: Verankerung an den Rohrkreuzungen und Rohrkrümmern;

Fig. 62: Querschnitt durch das Gebäude der Kraftanlage. Im Kellergeschoss ist der Raum für die Maschinen, im Erdgeschoss der Raum für die Dampfkessel vorgesehen;
Fig. 63: Grundriss der Kesselanlage nebst Rohrleitung.

Fig. 64: Detailskizze der Rauchkanäle, sämtlich aus Blech ausgeführt und dem auch bei diesem Neubau verfügbaren sehr beschränkten Raum entsprechend ausgebildet;
Fig. 65 und 66 zeigen im Grundriss und in Querschnitten

Fig. 58.

Rohrleitung zwischen Kraftanlage und Verteilung.
Mafsstab 1 : 200.

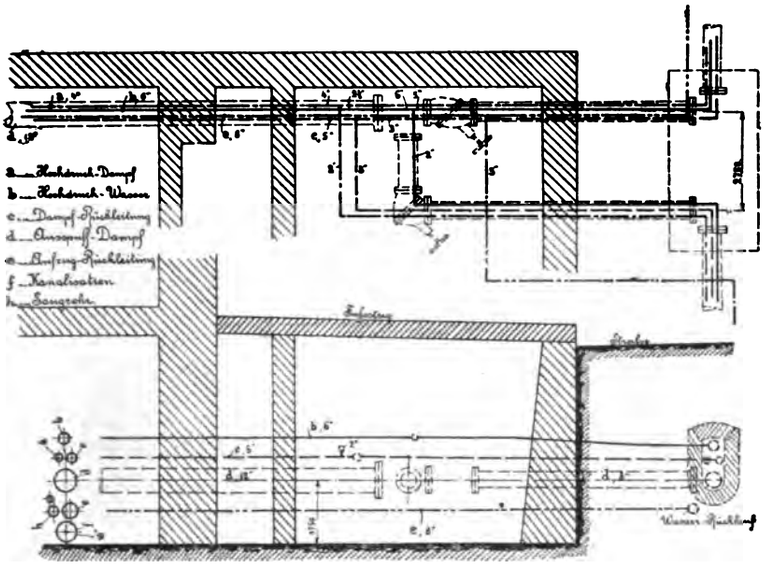


Fig. 59.

Anordnung der Rohrleitungen an der Abzweigungsstelle. Mafsstab 1 : 40.

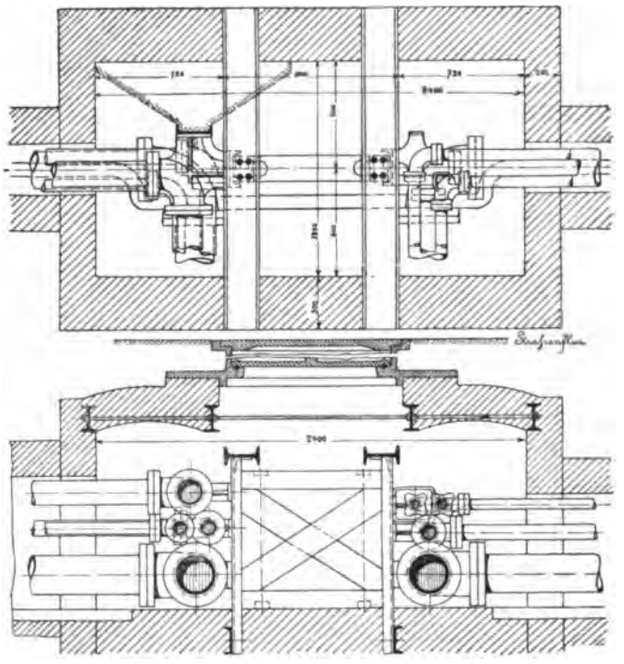


Fig. 60.

Verankerung der Rohrkreuzungen. Mafsstab 1 : 100.

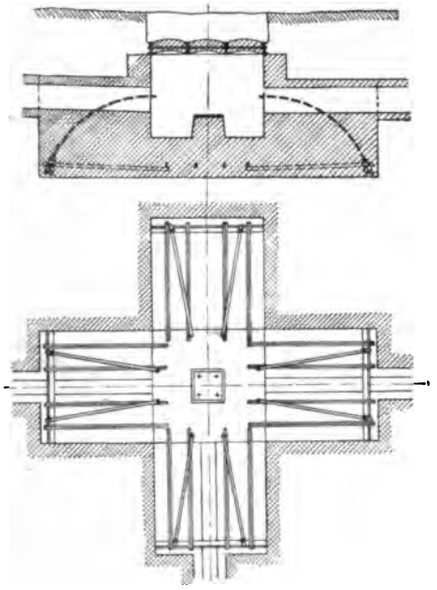


Fig. 61.

Verankerung der Rohrkrümmer.

Mafsstab 1 : 60.

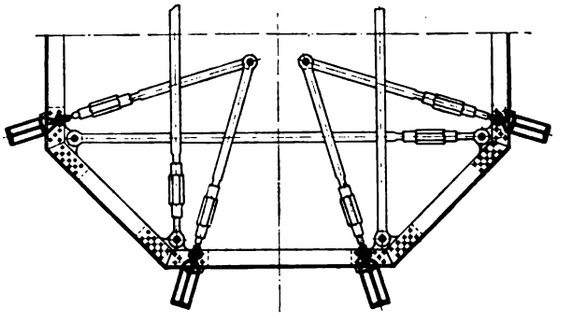
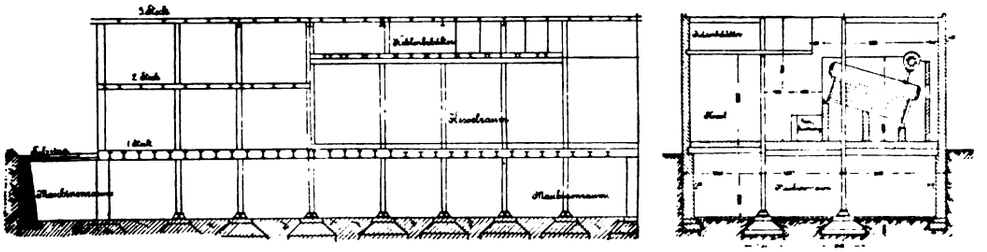


Fig. 62.

Querschnitt durch das Gebäude der Kraftanlage. Mafsstab 1 : 400.



die Gesamtanordnung der Maschinen und Rohrleitungen der Kraftanlage.

Aus Fig. 10 ist im Grundriss ersichtlich: die Anordnung der Lichtmaschinen (2 grofse und 1 kleine nebst verfügbarem Raum für weitere Ausdehnung), die Anordnung der grofsen Hochdruckpumpe für die Beschaffung des Hochdruckwassers für den Aufzugsbetrieb (Dreifach-Verbund-Worthington-Pumpen) und der beiden kleinen Hochdruckpumpen für denselben Betrieb, wenn schwacher Bedarf zu decken ist, sowie die Anordnung der an der Wand angebrachten vertikalen Speise-

Fig. 63.

Grundriss der Kesselanlage nebst Rohrleitung. Mafsstab 1 : 200.

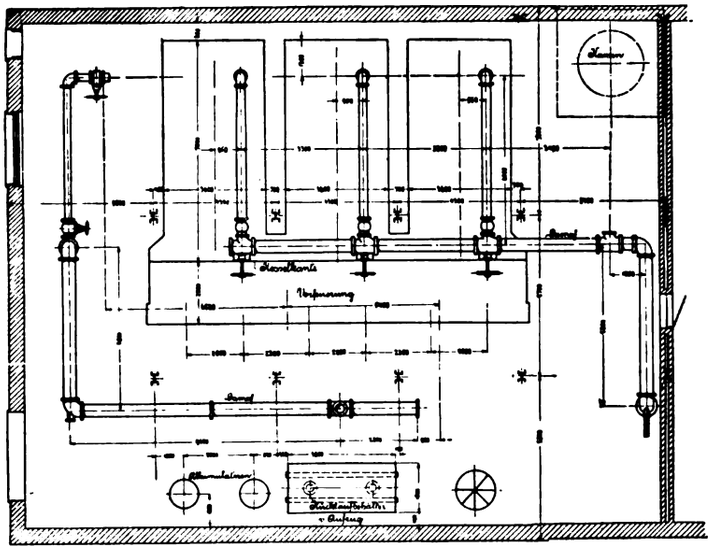
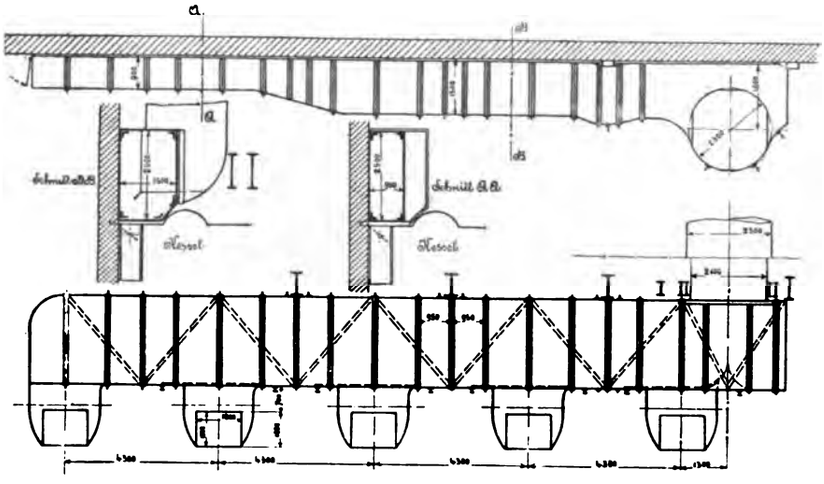


Fig. 64.

Rauchkanäle. Mafsstab 1 : 200.



aus dem unteren Wasserdruckcylinder mit Plunger, der oben in einem Dampfcylinder mit einem Kolben verbunden ist, auf welchen von oben konstant Dampf drückt.

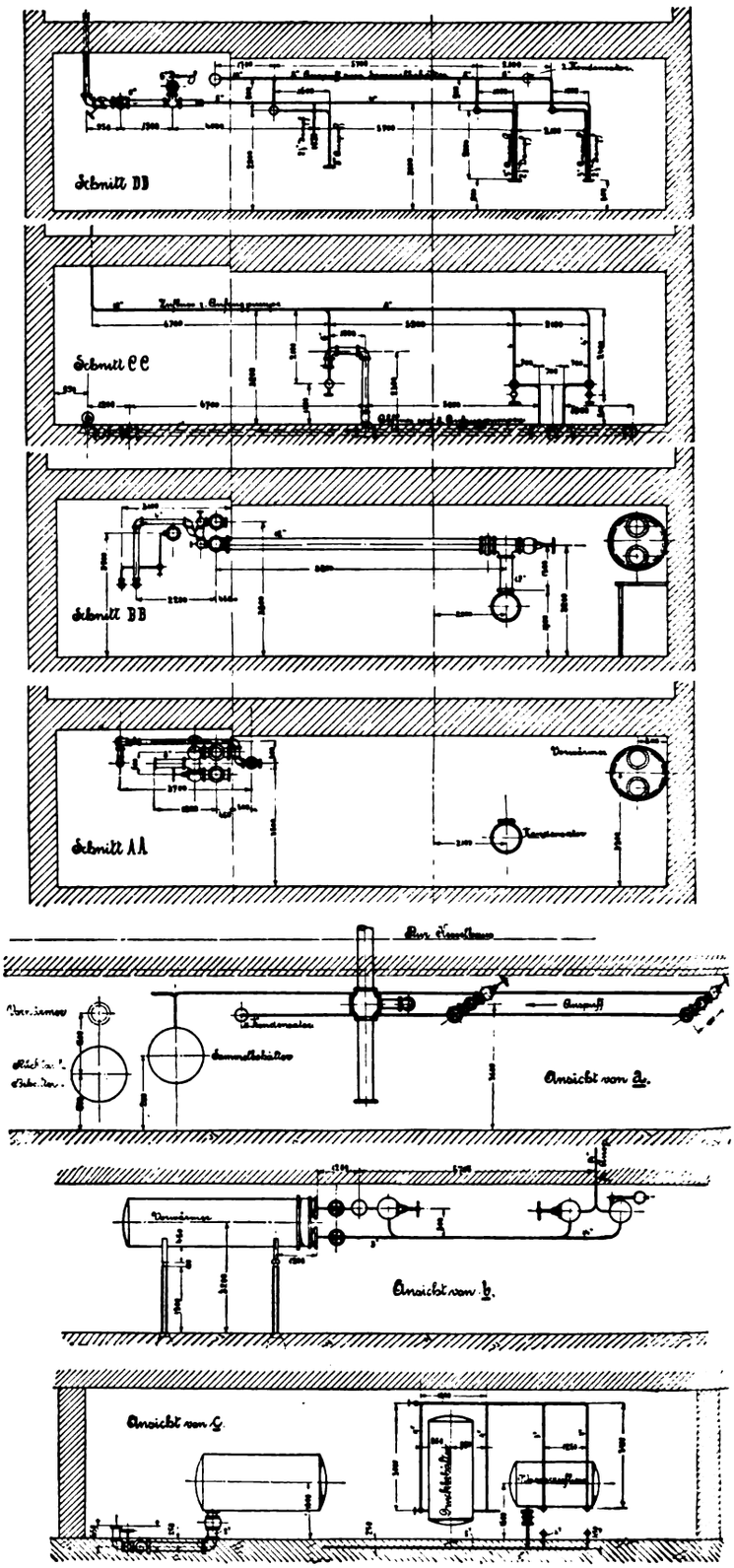
Aller Dampf für den Betrieb der Aufzugspumpe geht durch den oberen Akkumulatorcylinder hindurch und drückt dort konstant auf die Oberfläche des Dampfkolbens; bei zunehmender Wasserfüllung des Akkumulators wird der Dampfkolben gehoben; in der Nähe seiner höchsten Stellung schliefst er die Dampfströmung selbstthätig ab. Allfällige Undichtheiten des Dampfkolbens sind ohne Belang, da der durchströmende Dampf in die Heizvorrichtungen geleitet wird.

Für den Betrieb in den erwähnten Gebäuden sind erforderlich: 800 PS für Heizung, 600 PS für Kraft. Die Zentralstation ist für die Verdopplung der Leistung vorgepumpen und der Behälter für das Hochdruckwasser, für die Vorwärmung des Speisewassers und für den Dampfauspuff.

Die Hochdruckwasserpumpen liefern das Druckwasser in einen Akkumulator, Fig. 67, der für die Ausgleichung des unregelmäfsigen Bedarfes dient. Dieser Ausgleicher besteht

Fig. 65.

Maschinenhaus und Rohrleitung der Kraftanlage. Mafsstab 1 : 200.



sehen, denn es soll Kraft und Wärme auch an fremde Nachbargebäude abgegeben werden.

Zunächst sind mit Wärme zu versorgen: das Pabst-Geschäftshaus mit 28000 cbm Rauminhalt und 8 Stockwerken, das Pabst-Hotel von 37 m im Quadrat, 5 Stockwerken und 20000 cbm Rauminhalt, das Kirby-Haus mit 14000 cbm, das Opernhaus mit 3 Stockwerken und 14000 cbm. Aufserdem sind künftig noch 2 neue 8 Stockwerke hohe Gebäude zu versorgen, die noch nicht ausgebaut sind.

Im allgemeinen ist der Auspuffdampf der Betriebsmaschinen zur Heizung ausreichend, und nur im strengen Winter ist der Mehrbedarf durch frischen Dampf bei gesteigertem Kesselbetrieb zu decken.

Für den Betrieb sind folgende Maschinen vorhanden:

3 Lichtmaschinen, zwei 250 pferdige und eine 75 pferdige, bestehend aus vertikalen Verbundmaschinen, gebaut von den Lake Erie Engineering Works in Buffalo, mit unmittelbar von der Kurbelwelle aus angetriebenen Dynamos von Siemens & Halske. In der Zentralstation ist Raum für 3 Maschinen von 250 PS und für 2 grofse Maschinen von je 350 PS vorhanden.

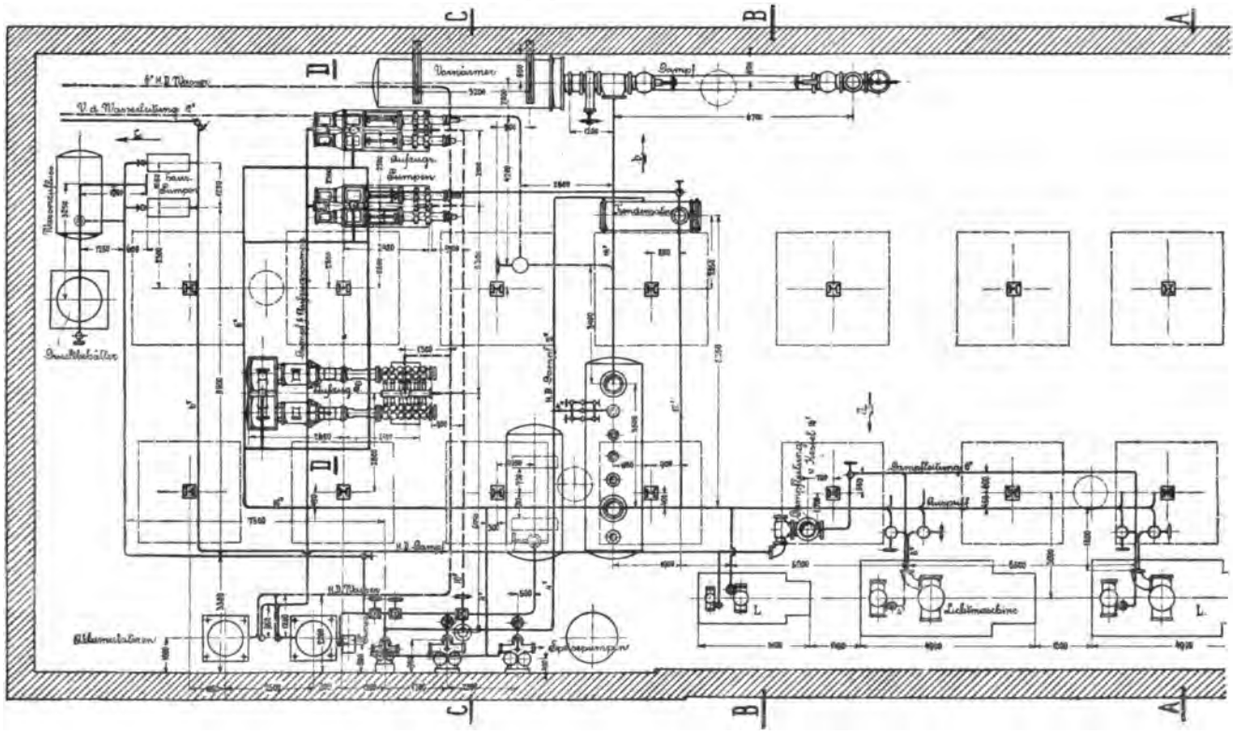
Die grofse Aufzugspumpe hat das Druckwasser für den Aufzugsbetrieb zu liefern und ist eine Dreifach-Expansions-Worthington-Maschine mit Cylindern von 12", 18½", 29" (= 305, 470, 737 mm) Dmr. und 18" = 457 mm Hub; ganze Länge der Pumpe 6 m, Breite 2,1 m; mit Plungern von 6¼" = 159 mm und 18" = 457 mm Hub; Betriebswasserdruck 750 Pfd. = 53 kg/qcm.

2 kleine Aufzugspumpen, Verbund-Worthington-Maschinen von 14" = 356 mm und 20" = 508 mm Dmr. bei 15" = 381 mm Hub mit Plungern von 5½" = 140 mm Dmr. bei 15" = 381 mm Hub dienen für den Aushilfebetrieb.

Aufserdem sind mehrere kleine Pumpen vorhanden, nämlich: 2 stehende Duplex-Pumpmaschinen von 10" = 254 mm Dmr. der Dampfcylinder, 7" = 178 mm Dmr. der Pumpe 10" = 254 mm gemeinsamem Hub, für die Kesselspeisung 2 kleine Pumpen von 6" = 152 mm Dmr. des Dampfcylinders

Fig. 66.

Maschinenhaus und Lageplan der Kraftanlage. Mafsstab 1:200.



4" = 102 mm Dmr. der Pumpe, 6" = 152 mm Hub, als Aushilfspumpen und 2 Duplexpumpen für Wasserversorgung, von 7½" = 191 mm Dmr. der Dampfcylinder, 5" = 127 mm Dmr. der Pumpe, 12" = 305 mm Hub für den Hausbedarf.

Die ganze Maschinenanlage ist im Kellergeschoss untergebracht. Die Dampfkessel — von Campbell & Zell in Baltimore — liegen im Erdgeschoss; sie sind mit Rauchverbrennung nach Murphy und selbstthätiger Drehbewegung des Rostes eingerichtet. Der Kesselraum reicht zur Aufstellung von 8 Kesseln aus.

Die Anordnung der Rohrleitung ist aus den beigegebenen Skizzen ersichtlich. Es waren folgende Leitungen unterzubringen: Leitung für den Kesseldampf nebst Umschaltungen und Reserven; Auspuffleitungen von allen Maschinen zum Sammelbehälter und ins Freie; die Hochdruckwasserleitung und Rückleitung zu und von den Aufzügen; aufserdem die Kesselspeiseleitungen, die verschiedenen Wasserleitungen und Hilfsleitungen.

Die Anordnung für die Verteilung des Auspuffdampfes ist dieselbe wie bereits früher beschrieben, S. 26 u. f. Der Auspuffdampf aller Maschinen wird in den Sammelbehälter geleitet, und alle Heizröhren aus den Gebäuden stehen in Verbindung mit dem tiefer liegenden Sammelbehälter für das Kondensationswasser. Letzterer dient zugleich als Vorwärmer und liefert alles für den Betrieb erforderliche Warmwasser, insbesondere für das Hotel.

Im Sommer laufen die Betriebsmaschinen mit Kondensation, und es ist zu diesem Zwecke ein Oberflächenkondensator von Wheeler aufgestellt. Das Kühlwasser wird aus dem Fluss entnommen. Luft- und Kühlpumpe sind unter dem Kondensator untergebracht. Bei mittlerem Bedarf wird der Kondensator nur an einzelne Maschinen angeschlossen. Jede Maschine ist für Auspuff und Kondensationsbetrieb eingerichtet und hat dementsprechend doppelte Rohrleitung mit Ventilabschlüssen. Ebenso ist von jeder Maschine Anschluss an den Vorwärmer vorgesehen.

Die Hauspumpen, in die ein Windkessel eingeschaltet ist, pressen das Gebrauchswasser für das Hotel und das Geschäftsgebäude auf einen Betriebsdruck von 230' = 70 m Wassersäule.

Das Betriebswasser wird aus der städtischen Leitung entnommen und im Zuflussbehälter gesammelt. Der Druck in der städtischen Leitung beträgt 40 Pfd. = 2,8 kg/qcm.

Die Maschinenanlage ist für die hiesigen Verhältnisse nicht grofs und auch verhältnismäfsig einfach. Für ihren Betrieb sind die aus dem Grundriss Fig. 66 und aus den Querschnitten Fig. 65 ersichtlichen Rohrleitungen erforderlich.

Fig. 67.
Akkumulator.
Mafsstab 1 : 75.

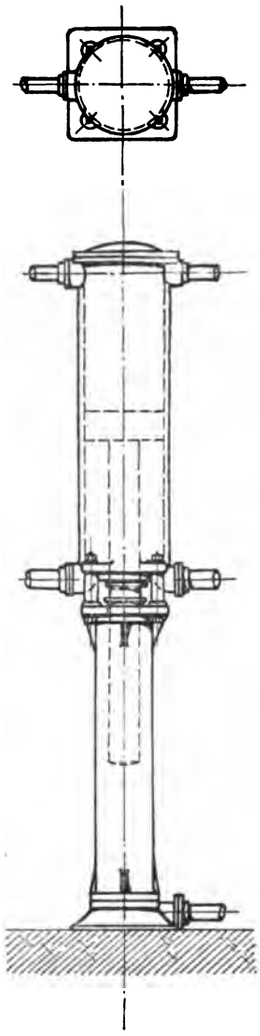


Fig. 65 enthält die einzelnen Querschnitte durch die Maschinenräume, und zwar zeigt:

Querschnitt *DD* die Dampfzu- und -Ableitungen zu den 3 Aufzugspumpen;

Querschnitt *CC* die Wasserzu- und -Ableitungen zu diesen Pumpen;

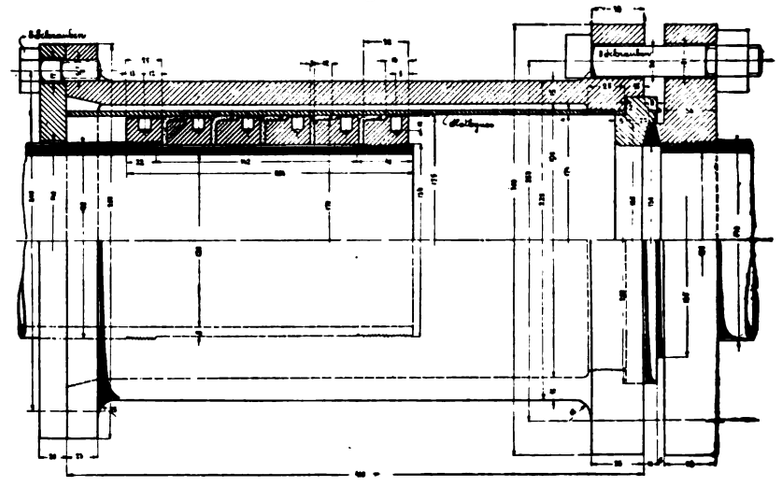
Querschnitt *BB* und *AA* die Dampfzu- und -Ableitungen zu und von den Lichtmaschinen.

Aufserdem ist in den Querschnitten dargestellt: in Ansicht von *a*: der Kondensationswechsel; von *b*: die Verbindung mit dem Vorwärmer, und von *c*: die Verbindung der Rohrleitung mit den Rohrbehältern.

Fig. 68 zeigt die Einzelheiten der Ausdehnungsvorrichtung für die Hochdruckwasserleitung. Die Dichtung des Einschubrohres erfolgt vermittels mehrerer hinter einander liegender Lederstulpen in einem eingesetzten Rotgussrohr.

Die Anordnung der Rohrleitungen für die eigentliche Verteilung an Wärme und Kraft und der Rückleitungsröhren bietet nichts Wesentliches und ist von den örtlichen Verhältnissen beeinflusst. Es liegt u. a. das Rückleitungsrohr für das

Fig. 68.
Hochdruck-Wasserleitung. Ausdehner. Mafsstab 1 : 5.



Wasser der Aufzüge zum teil nicht im gemauerten Kanal, sondern daneben. Dort, wo es auszuführen möglich war, liegen jedoch die Röhren in Kanälen, und zwar die nach rechts abweichenden Röhren in folgender Gruppirung: unten das 8″ = 203 mm-Auspuffdampfrohr, darüber die 3″ = 76 mm-Rückleitung für das Kondensationswasser und darüber neben einander das 2″ = 51 mm-Hochdruckwasserrohr für die Aufzüge und ein 2″ = 51 mm-Hochdruckdampfrohr für Heizzwecke; die nach links abzweigenden Röhren liegen übereinander wie folgt: 8″ = 203 mm-Auspuffdampfrohr, 3″ = 76 mm-Rückwasserleitung, 2½″ = 63 mm-Hochdruckdampfrohr und 5″ = 127 mm-Hochdruckwasserleitung für die Aufzüge.

Die Anordnung der Röhren in den Kanälen, ihre Unterstützung, die Anbringung der Ausdehnungsvorrichtungen, die Einzelheiten der letzteren, sind dieselben, wie schon im früheren Berichte, S. 30, Fig. 30 bis 32, dargestellt.

Im Nachfolgenden sind einige gewöhnliche Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung an kleine Abnehmer kurz gekennzeichnet, jedoch nur zum Zweck des Vergleiches mit anderen Anlagen und mit unseren Verhältnissen.

Bidler's Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung in Chicago.

Seit etwa 10 Jahren bestehen in Chicago rasch sich entwickelnde Unternehmungen, welche, ähnlich wie es in den grofsen Städten Europas mit bedeutendem Fabrikbetriebe geschieht, die Arbeitsräumlichkeiten zugleich mit Kraft, Heizung, Wasser usw. vermieten. In der Regel wurde ursprünglich ein Fabrikgebäude aufgeführt und im Keller Kessel und eine Dampfmaschine zum Antrieb der Wellen in sämtlichen Stockwerken aufgestellt; der Auspuffdampf, im Bedarfsfalle durch frischen Dampf verstärkt, wird zur Heizung benutzt.

Mehrere solcher Anlagen, u. a. die von Bidler, haben Erfolg gehabt, und letzterer Unternehmer allein hat gegenwärtig 10 Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung im Betrieb.

2 dieser Gebäude sind mit je einer 80 PS-Maschine, 2 mit je einer 100 PS-, eines mit einer 130 PS-Maschine

versehen; zusammen dürften die Gebäude mit ungefähr 600 PS ausgerüstet sein.

Die Gebäude sind in ganz gleicher Weise gebaut und, wie hier üblich, mit allen Bequemlichkeiten des Betriebes, Personen- und Lastaufzügen usw., versehen. Namentlich sind sehr grofse Lastaufzüge vorgesehen; es können z. B. ganze Kutschen in die höheren Stockwerke befördert werden.

Bei der Gleichartigkeit der Anlagen genügt es, eine von ihnen näher zu beschreiben.

Das Gebäude hat 187′ = 57 m Länge und 90′ = 27,4 m Breite. Die Betriebsmaschine ist eine Corliss-Maschine. Der Auspuffdampf gelangt in einen Behälter, von dem aus verschiedene Steigleitungen den Dampf zu Heizzwecken in das Gebäude führen. Von den Heizkörpern gehen dann besondere Leitungen wieder herunter, und zwar nicht in einen gemeinschaftlichen Behälter, sondern in Kondensationstöpfe. Nach Möglichkeit wird jede Leitung in einen besonderen Kondenstopf geführt; gewöhnlich aber liegt die Notwendigkeit vor, 2 oder 3 Leitungen an einen Kondenstopf anzuschliefsen. Diese Anordnung ist deshalb getroffen, weil die Heizung an kalten Tagen meistens mit frischem Dampf von ziemlich hohem Druck, etwa 25 Pfd. = 1,8 kg/qcm erfolgen muss. Die Kondensationstöpfe entladen in einen Heifswasserbehälter, von dem aus wieder der Kessel gespeist wird. Die Anlagen sind sehr schlecht und der Betrieb daher nicht sehr wirtschaftlich. Die Heifswasserleitungen und Dampfbehälter sind nicht umhüllt.

In der hier beschriebenen Anlage sind 5 Wasserröhrenkessel von Lamp & Co. in Chicago vorhanden. Die Maschinenanlage wird durch 2 Worthington-Pumpen vervollständigt, von denen die eine als Speisepumpe, die andere als Kaltwasserpumpe für Hauszwecke benutzt wird.

Jedes Stockwerk ist in 2 Abteilungen von je 85′ = 26 m Länge und 45′ = 13,7 m Breite (einschl. der Mauerstärke) geteilt und vermietet. An den Mieter eines solchen Raumes werden je ungefähr 4 PS (nominell) abgegeben.

Für Benutzung des Raumes und die genannte Kraftlieferung sowie für Heizung und Lieferung von Kaltwasser werden monatlich 150 $ berechnet, aus dem ganzen Gebäude, welches 14 solcher Räume enthält, kommen also 14 × 150 = 2100 $ ein. Manche Mieter nehmen, je nach der Ausdehnung ihres Geschäftes, 2 bis 3 Räume in Anspruch.

Im Erdgeschoss befindet sich eine Böttcherei, die den gröfsten Kraftbedarf, ungefährt 25 PS, hat. Im 2. Stockwerk befinden sich: eine Weberei, eine Luxuswagenfabrik, eine Spenglerei und eine Stickerei, im obersten Stockwerk eine Näherei, in der etwa 200 Nähmaschinen durch die Transmission angetrieben werden.

Die Lastaufzüge werden von der Transmission, die Personenaufzüge durch eine besondere kleine Dampfmaschine angetrieben.

Der Kohlenverbrauch ist im Juli und August, also in den Monaten, wo gar nicht geheizt wird, im mittel 55 t im Juni 63 t; dagegen im Januar, wo am stärksten geheizt wird, 136 t, im Februar 131 t und im März 121 t.

Bei einem Kohlenpreise von 2,85 $ für 1 t kostet die von der Maschine abgegebene Kraft, die auf ungefähr 80 PS geschätzt werden kann, im Sommer monatlich rd. 360 $, nämlich:

für Kohlen	157 $
» Personal	150 $
» Wasser, Kessel und Nebenausgaben	60 $

in den Wintermonaten, z. B. im Februar rd. 570 $, nämlich:

für Kohlen	375 $
» Personal	150 $
» Wasser, Kessel und Nebenausgaben	45 $;

Es geht daraus hervor, dass die Heizung 570 — 360 $ = 210 $ im Monat kostet.

Zur Bedienung der Maschinen ist ein Maschinist und ein Heizer angestellt; die gesamten Anlagen stehen unter einem »Superintendent«, der den Maschinenbetrieb und die Heizung in allen Gebäuden beaufsichtigt, die Kosten zusammenstellt und auch die verbrauchte Kraft abschätzt.

Eine Messung der thatsächlich verbrauchten Kraft und Wärme findet nicht statt. Es ist selbstverständlich schwer, den Mietern nachzuweisen, wie viele Pferdestärken sie abnehmen; der Kraftverbrauch wird im allgemeinen nur geschätzt. Gewöhnlich verbrauchen die Mieter mehr, als ihnen zugewiesen ist. Dies wissen auch die Vermieter und halten sich durch den Mietspreis schadlos. Ab und zu lässt man angeblich die Maschinen indiziren, und hieraus wird bestimmt, wie viel Kraft abgegeben wird. Verbraucht ein Mieter nachweislich sehr viel mehr Kraft, als ihm zukommt, so wird ihm die PS des Mehrverbrauches mit 5 $ für den Monat berechnet.

Die Mieter haben, wie erwähnt, meist mehr als 4 bis 5 PS angeschlossen, aber die Maschinen laufen in den seltensten Fällen gleichzeitig, sodass der Kraftbedarf im Durchschnitt doch noch unter dieser Zahl bleibt. Die Berechnung der Kraft geschieht jedoch nicht nach dem durchschnittlichen Bedarf, sondern nach der Stärke der aufgestellten Maschinen.

Der Maschinenmeister der Gesamtanlage giebt an, dass der Preis von 5 $ sehr billig gerechnet ist und ungefähr den Erzeugungskosten gleichkommt.

Nach der vorangegangenen Aufstellung berechnen sich die Erzeugungskosten für 1 PS, wenn 80 PS und 360 $ Betriebskosten für die Sommermonate angenommen werden, bei 10stündiger Arbeitszeit auf monatlich 4,5 $, ein Preis, welcher dem von der Verwaltung angegebenen von 5 $ ziemlich nahe kommt, wenn man Verzinsung, Kosten für Aschenabfuhr und Bureaukosten noch hinzurechnet.

Eine Kraftabgabe durch Dampflieferung findet nicht statt.

Warenhaus von Farwell & Co. in Chicago, Monroe Street.

Das einem Grofshändler gehörende und als Warenlager dienende Gebäude liegt am Kanal, ist 6stöckig, 400′ = 120 m lang, 200′ = 60 m breit und 100′ = 30 m hoch. Die im Gebäude befindliche Kraftanlage dient, aufser zu Heizzwecken, zum Betrieb der Dampfaufzüge und der Beleuchtung. Von der Dampfanlage werden aufserdem 3 jenseits der Strafse liegende fremde kleinere Gebäude für Aufzugsbetrieb und Heizung mit Dampf versorgt.

Die Anlage enthält 1 Corliss-Maschine, gebaut von der Allis Co., Milwaukee, von 250 PS (24″ = 610 mm Dmr., 42″ = 1067 mm Hub, 60 Min.-Umdr.), welche mit Riemenbetrieb 4 Dynamos antreibt. Für die Beleuchtung sind im mittel 120 bis 150 PS erforderlich. Eine Reservemaschine ist nicht vorhanden. Die Aufzüge, gebaut von Eaton & Prince, Chicago, werden durch die Dampfmaschine mit Riemenübersetzung betrieben. Es sind 20 Aufzüge vorhanden, davon 5 für den Personen-, die übrigen für Lastverkehr. Die Betriebsgeschwindigkeit der Frachtaufzüge ist aufserordentlich hoch und beträgt 600′ = 180 m i. d. Min. Die Personenaufzüge wurden früher hydraulisch betrieben, jedoch mit Rücksicht auf Kostenersparnis in Dampfaufzüge umgewandelt. Der Auspuffdampf wird zur Heizung verwandt; im Winter wird ausgleichsweise frischer Dampf zugeführt.

Die Kesselanlage besteht aus 8 von Fraser & Chalmers gebauten Kesseln von je 75 PS, die mit der rauchverzehrenden Holly-Feuerung versehen sind.

Das Betriebspersonal besteht aus 1 Oberingenieur, 2 Maschinisten, 1 Kohlenfahrer, 2 Heizern am Tage und 2 Heizern nachts.

Die Wasserversorgung erfolgt durch eine vertikale Worthington-Speisepumpe und eine kleine Kaltwasserpumpe

für den sehr geringen Bedarf des Hauses an Kaltwasser. Warmwasser wird nicht geliefert.

Für Kohlen werden im Jahre rd. 22000 $ gezahlt, wobei die Tonne mit 3,50 $ gerechnet ist.

Der Kohlenverbrauch beträgt im Sommer ungefähr 12 t, im Winter bis zu 30 t täglich. Für die Kessel wird eine 9fache Verdampfungsfähigkeit angenommen.

Die Gesamtausgaben der Maschinenanlage belaufen sich jährlich auf 27000 $, sodass für Gehälter etwa 5000 $ zu rechnen sind.

Die von der Dampfanlage versorgten fremden Nachbargebäude sind: ein 7stöckiges Gebäude von 66′ = 20 m Länge und 100′ = 30 m Tiefe, welches einen Personen- und 2 Frachtaufzüge mit Dampfantrieb enthält, ein 6stöckiges Gebäude von 50′ = 15 m Länge und 100′ = 30 m Tiefe mit einem Frachtaufzug, und ein 5 stöckiges Gebäude von 50′ = 15 m Länge und 100′ = 30 m Tiefe, gleichfalls mit einem Frachtaufzug. Sämtliche 3 Gebäude dienen als Warenlager.

Aufser den Aufzügen befinden sich keine Maschinenanlagen in den Gebäuden; der Dampf wird daher nur zum Betrieb der ersteren und zur Heizung verwendet.

Der Eigentümer des ersten Gebäudes zahlt für die Benutzung des Dampfes jährlich 2000 $, der des zweiten 1800 $, der des dritten 1000 $, zusammen wird also eine Einnahme von 4800 $ für die Dampflieferung an die Gebäude erzielt. Da nach Angabe des Ingenieurs im mittel 60 PS an die drei Gebäude abgegeben werden, so käme die PS auf rd. 80 $ jährlich zu stehen.

Die Dampfabgabe ist natürlich sehr schwankend. Man kann überschläglich annehmen, dass während der 5 Sommermonate von den 5 Aufzügen 2 am Tage beständig im Betrieb sind und 20 PS tagsüber benötigt werden; während der 7 Wintermonate sind am Tage für Kraft und Heizung 75 PS erforderlich.

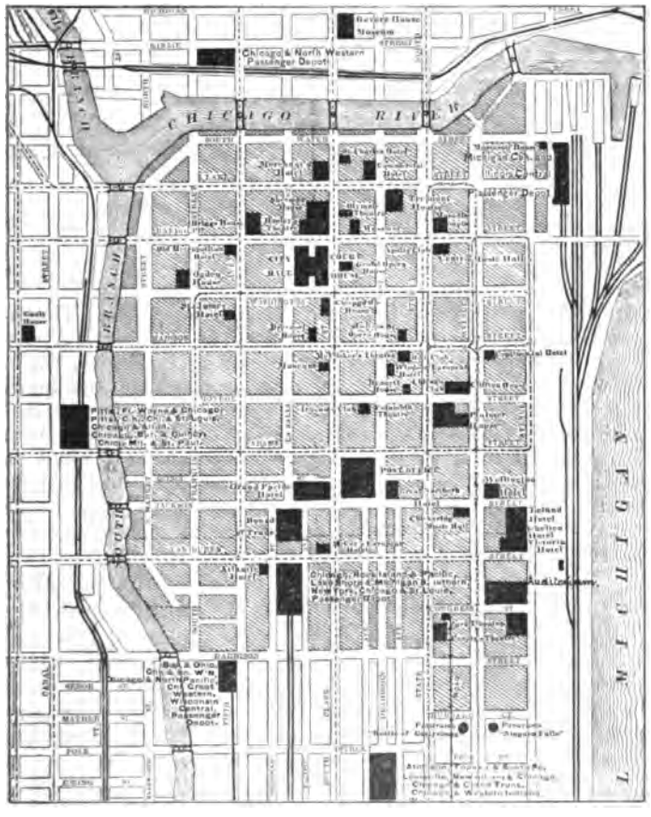
A. Riedler.

Energieverteilung in Städten.

Die bisher angeführten Beispiele grofser und kleiner Kraftanlagen geben eine Vorstellung von der Anordnung solcher Anlagen und zugleich von der Ausdehnung, in welcher sie benutzt werden. Es giebt kaum eine Stadt, die nicht ihre elektrische Beleuchtung und elektrische Strafsenbahnen hätte, und für uns beachtenswert und nachahmens-

Fig. 69.

Stadtplan von Chicago



wert ist es, dass solche Anlagen mit einfachen Mitteln und meist auch frei von Konkurrenzrücksichten städtischer Verwaltungen gebaut werden, allerdings zum allergrösten Teile in solchen Orten, wo früher Gas- und Wasserwerke überhaupt nicht vorhanden waren.

Kraftanlagen sind nach beiden Richtungen hin interessant: sowohl die kleineren Anlagen wegen der eigenartigen sehr primitiven Verhältnisse, unter denen sie geschaffen und betrieben werden, und die grofsen Anlagen der Grofsstädte für Licht- und Kraftbetrieb jeglicher Art wegen des Umfanges und des Bedürfnisses, dem sie zu genügen haben.

Für das Verständnis der eigenartigen amerikanischen Verhältnisse, die so grundverschieden von den unseren sind, ist es am zweckmäfsigsten, die für die Kraft-, Licht- und Wärmeversorgung in Chicago gegebenen Verhältnisse näher zu studiren. Chicago ist eine junge, mächtig aufstrebende, vielfach noch unentwickelte Grofsstadt, welche mit herkömmlichen Verhältnissen nicht viel zu rechnen hat, sondern nur mit den von der Natur geschaffenen. Gerade diese sind aber für die

A.

Strafsen	Gesamtkraftverbrauch PS	Aufzüge	Dynamos
Michigan Av.	3305	92	25
Wabash Av.	4794	198	20
State Street	6872	200	66
Dearborn Street	4646	137	28
Clark »	3179	63	23
Plymouth »	816	8	4
La Salle »	3670	98	17
Pacific Av.	330	18	—
Sherman Street	274	9	—
5. Av.	2846	109	7
Franklin Street	2435	80	16
Market »	3771	103	18
River Front	636	27	2
Water Street	1625	137	1
Lake »	1224	78	—
Randolph Street	850	37	1
Washington »	2215	45	13
Madison »	1840	54	7
Monroe »	1877	54	9
Adams »	6292	24	22
zusammen	53197	1571	279

eigenartige Entwicklung entscheidend. Chicago verdankt Ursprung und Wachstum zunächst dem Hafen, welchen der Chicago-Fluss bildet. Der Michigan-See hat keine anderen bedeutenden Häfen, und die natürliche geographische Lage zwingt alle Eisenbahnen des Westens, an der südlichen Ecke des Michigan, also in unmittelbarer Nähe von Chicago vorbeizufahren. Diese Verhältnisse haben Chicago grofs gemacht. Die Benutzung des Flusses für Hafenzwecke setzt die Verwendung von Drehbrücken voraus, und die Belästigung

durch diese beschränkt das eigentliche Geschäftsviertel auf eine für den Umfang der Stadt verhältnismäfsig äufserst kleine Fläche, d. i. die innerste Stadt, begrenzt durch den See, den Chicago-Fluss und durch die südlichen Bahnhöfe, welche die Entwicklung des Geschäftsverkehres nach dem Süden hin vollständig absperren. Auf diese kleine Fläche drängt sich das gesamte Geschäftsleben und mit ihm der Kraftbedarf zusammen, welchen der Geschäftsbetrieb in grofsartigem Mafsstabe schafft.

Eine Vorstellung von der Gröfse dieses Betriebes geben

Fig. 70.

Strafsenquerschnitt Adams Street.
Mafsstab 1 : 150.

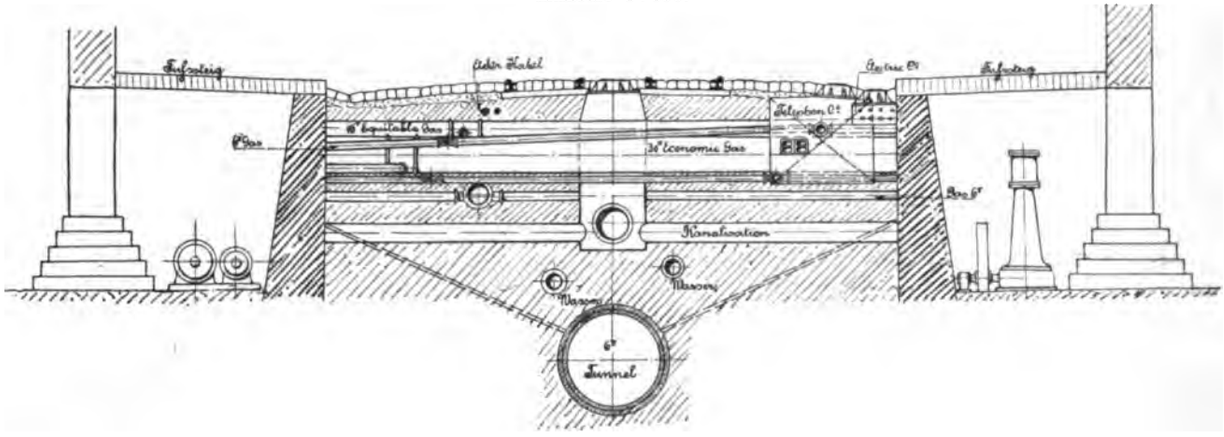
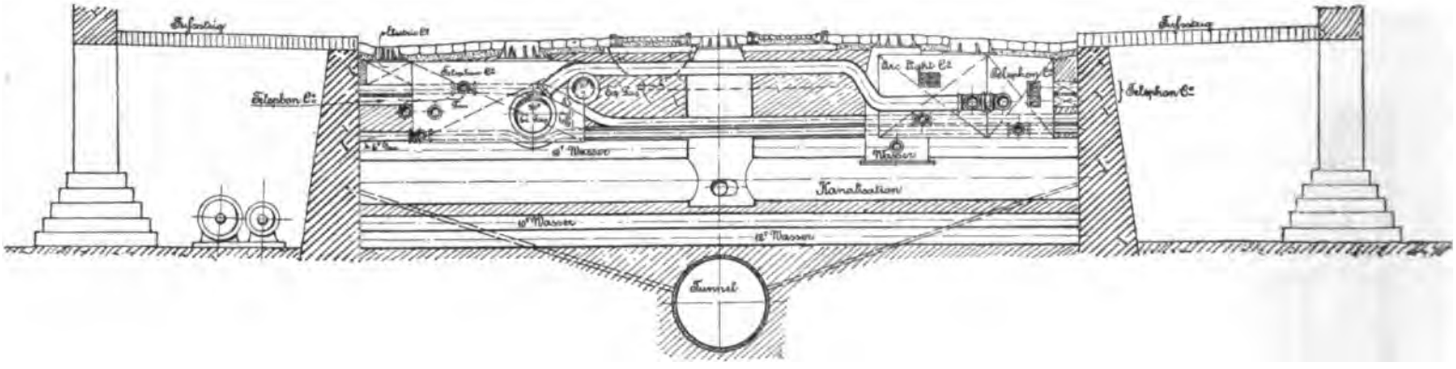


Fig. 71.

Strafsenquerschnitt Dearborn Street.
Mafsstab 1 : 150.



B.

Bezeichnung des Betriebes	Strafsen	Aufzüge	Dynamos	andere Motoren	Kraftverbrauch PS
Auditorium Hotel . .	Michigan Av.	5	6	9	750
» Building .	Wabash Av.	5	5	2	800
Carson, Pirie & Co. .	State Street	6	3	—	325
Boston Store . . .	»	10	3	3	300
Masonic Temple . .	»	16	6	2	1000
Marshal Field & Co. .	»	8	3	—	395
Palmer House . . .	»	5	7	4	470
Fair Building . . .	»	12	15	3	304
Leiter » . . .	»	18	10	1	340
Nat. Electric Co. . .	Dearborn Street	1	10	—	318
Post Office	»	8	2	3	579
City Hall	Clark Street	8	4	7	565
Cook Co.	»	5	4	6	370
Ashland Building . .	»	7	3	3	440
W. C. T. U. Temple .	La Salle Street	8	3	1	460
Chamber of Commerce	»	9	2	—	375
Home Insurance . .	»	6	2	5	320
Rookery Building . .	»	13	4	2	860
Board of Trade . .	»	4	4	6	455
M. Field & Co. . . .	Franklin Street	13	10	—	660
Arc Light Co. . . .	Market Street	—	10	—	800
J. V. Farwell & Co. .	»	20	2	1	650
Vienna Bakery . . .	Washington Str.	4	1	1	300
Herald Building . .	»	3	4	2	371
Storage M. Field & Co.	Madison Street	10	—	3	400
Rand Mc Nally . . .	Adams Street	7	2	1	648

die früheren Berichte über die Einrichtung grofser Hotels und Geschäftshäuser. Um eine Gesamtübersicht über das Kraftbedürfnis einer solchen modernen amerikanischen Stadt zu schaffen, füge ich eine Zusammenstellung (s. Stadtplan Fig. 69) der gegenwärtig in der innersten Stadt für den Betrieb der Geschäftshäuser vorhandenen Dampfmaschinen und Dampfkessel nach PS bei. Im vorstehenden Verzeichnis A sind für die einzelnen Längs- und Querstrafsen der inneren Stadt teilweise nach genauen Erhebungen, teilweise nach Schätzungen die vorhandenen Leistungen im ganzen und die Zahl der Aufzüge und Dynamos getrennt angegeben.

Hieraus ergiebt sich, dass in einzelnen Strafsen allein über 6000 PS an Dampfmaschinen in Verwendung sind, wie z. B. in der State Str. und Adams Str.

Das Verzeichnis B enthält die Zusammenstellung einiger Grofsbetriebe in Geschäftshäusern.

Das Verzeichnis C giebt die Dampfmaschinenleistung mehrerer Grofsbetriebe in mehreren der Hauptstrafsen der Westseite, also im eigentlichen Industriebezirke, an.

C.

Canal	Street . . .	5818	PS
Clinton	» . . .	2776	»
Jefferson	» . . .	1879	»
Desplaines	» . . .	1483	»
Fulton	» . . .	2056	»
Lake	» . . .	1370	»

Washington	Street	. . .	1849 PS
Madison	»	. . .	1057 »
Monroe	»	. . .	1277 »
Michigan	»	. . .	1338 »
Illinois	»	. . .	1558 »

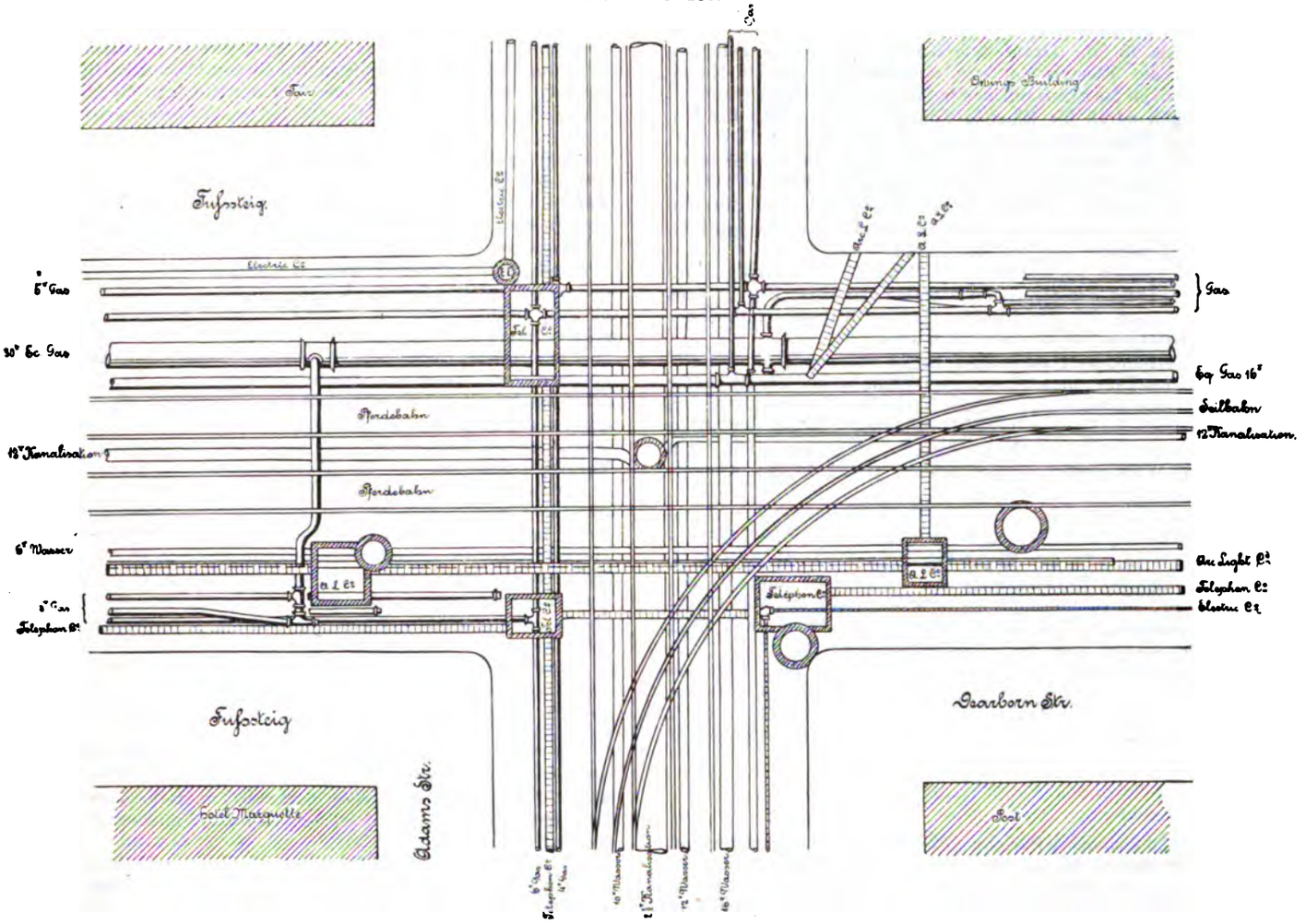
Dieser ungeheure Kraftbedarf im Zusammenhange mit der seit fast einem Jahrzehnt bestehenden Lichtversorgung durch elektrischen Strom, mit den ausgedehnten Telegraphen- und Telephonleitungen und im Zusammenhange mit der im viel gröfseren Mafsstabe betriebenen Gas- und Wasserversorgung giebt nicht blofs für Chicago, sondern für alle Grofsstädte ein Bild, in welcher Weise die Strafsen durch alle diese Kraftleitungen jetzt schon in Anspruch genommen werden, insbesondere, wenn noch die unvermeidlich starke Besetzung der Oberfläche der Strafsen durch Seil- und Pferdebahnen in betracht gezogen wird; eine noch gröfsere Inanspruchnahme steht für die Zukunft zu erwarten.

Diese planlos und wirr durch einander gelegten Kraftleitungen machten es immer schwieriger, in einzelnen Strafsenkreuzungen bereits unmöglich, neue Leitungen zu legen, und das Bedürfnis für solche ist ein selbstverständliches, da die bisherige Kraftversorgung in Städten nur ein Anfang dessen

Fig. 72.

Grundriss der Strafsenkreuzung Adams und Dearborn Street.

Mafsstab 1 : 250.



ist, was die Zukunft noch bringen wird. Infolgedessen ist in mehreren amerikanischen Städten der Plan aufgetaucht und teilweise auch schon ausgeführt, die Leitungen in unterirdischen gangbaren Gallerien zu vereinigen, welche unterhalb aller bisher bestehenden Leitungen, auch unterhalb der Abwasserleitungen, angelegt werden.

In New York besteht bereits eine Tunnelgesellschaft, welche gröfsere Strecken ausgeführt hat, die aber nur den vereinigten Elektrizitäts- und Telephongesellschaften dienen. Im gröfseren Mafsstabe ist solche Anlage, eine unterirdische Gallerie von 6′ = 1,8 m Dmr., für Chicago geplant und teilweise auch schon in Ausführung.

Dieser Vorgang ist für die Zukunft eine notwendige Folge der planlosen Verlegung aller möglichen Leitungen. So wie es gegenwärtig in den Geschäftsteilen aller amerikanischen Städte ein thatsächlich undurchdringliches Gewirr von Telegraphen- und Telephondrähten giebt, so giebt es Strafsen und Strafsenkreuzungen, in welchen weitere Rohr- oder Kabelverlegungen einfach unmöglich sind. Wären einheitlich angelegte Tunnel schon vor Jahren planmäfsig unter städtischer Verwaltung ausgeführt worden, so hätten sich solche Anlagen durch Vermietung längst bezahlt gemacht; denn die Kosten, welche jetzt planlos und stückweise für Kabel und Rohrverlegung unter Beseitigung der örtlichen Schwierigkeiten und für Wiederherstellungsarbeiten verausgabt werden, überschreiten vielfach schon die normalen Kosten einer Leitungsgallerie.

Auf die gegenwärtig in grofsem Mafsstabe sich vollziehende Einführung des Kraftbetriebes, wie überhaupt auf die Ausnutzung der modernen technischen Hilfsmittel passt in mehr als einer Hinsicht der oft gemachte Vergleich mit dem Zauberlehrling. Aber auch von einem Lehrling wäre es nicht zu viel verlangt, für die Geister, die er gerufen und die er nicht mehr los werden, aber auch nicht mehr entbehren kann, wenigstens Raum zu

schaffen. Dieser ist gar nirgends vorgesehen, und die fortschreitende Entwicklung der städtischen Kraftleitungen wird immer mehr zu einem grofsen Uebelstande, dem nur durch planmäfsige Anlage von städtischen, ausschliefslich für die Aufnahme von Kraftleitungen bestimmten Kanälen abgeholfen werden kann.

Die gegenwärtige Inanspruchnahme der Strafsenkreuzungen in einem Geschäftsmittelpunkt Chicagos ist aus den Fig. 70 bis 72 ersichtlich. Fig. 72 ist eine Grundrissskizze einer Strafsenkreuzung mit Angabe der wesentlichsten Gas-, Wasser- und Stromleitungen in den Kanalisationsröhren. Fig. 70 und 71 sind die zugehörigen Querschnitte.

Der Vergleich der Figuren zeigt die fast vollständige Besetzung des Strafsenprofils durch die verschiedenen Betriebseinrichtungen.

Aus den Figuren ist zu ersehen, dass die Strafsenoberfläche durch zwei Pferdebahnen und eine Seilbahnlinie in Anspruch genommen ist. Unmittelbar darunter kommen die Einschnitte für die Draht- und Kabelleitungen der Telephon Co. und der Electric Co. sowie mehrere vereinzelte Kabel. Aufserdem ist die Strafsenfläche in mehreren wichtigen Strafsenkreuzungen durch die Einsteigöffnungen für die Kanalisation, Gas- und Wasserleitung in Anspruch genommen. Der mittlere Teil der Strafse ist vollständig durch die Gasleitungen zweier Gasgesellschaften mit Rohrsträngen von 406 und 762 mm Dmr. beansprucht. Neben diesen laufen die etwa 150 mm weiten Verteilungsgasleitungen, an welche die Zweigröhren für die Abnehmer angeschlossen sind.

Am besten ergiebt sich das Bild der vollständigen Inanspruchnahme der Strafsen aus dem Grundriss, Fig. 72, aus welchem auch die Abteilungen für die Kabelanschlüsse der Elektrizitätsgesellschaft ersichtlich sind.

Unterhalb der Gasleitungen liegen Wasserröhren von 406 und 152 mm Dmr., unter diesen die 762 mm weiten Abzugskanäle mit 305 mm-Anschlüssen an die Gebäude. Der Strafsenraum ist durch die bisher erwähnten Rohrleitungen schon seit früher Zeit derart in Anspruch genommen, dass zwei 254- und 305 mm-Wasserrohrleitungen später unterhalb der Abzugskanäle verlegt werden mussten.

Aus den Querschnitten ist auch ersichtlich, wie die Maschinenanlagen der Gebäude unterhalb der Fufssteige angebracht sind. In der Regel liegen auch die Dampfkessel, falls genügender Entwicklungsraum vorhanden, unterhalb der Fufssteige; die so unterhalb der Strafsen erhaltenen Maschinen- und Kesselräume sind durch Oberlicht belichtet, und über ihnen entwickelt sich der normale Strafsenverkehr!

Dieses Durcheinander von Röhren, für welches, nebenbei bemerkt, in der Regel gar kein Plan vorhanden ist, und das eben im Laufe der Jahre bis zur Grenze der Möglichkeit zugelassen wurde, ist fast für alle gröfseren Städte Amerikas charakteristisch.

Meinen bisherigen Berichten über die Verteilung von Dampf, von elektrischem Strom, über Wärme- und Kraftübertragung möchte ich zum Schluss noch einige allgemeine Bemerkungen hinzufügen, zu welchen das Studium in Amerika Anlass bietet.

Es ist nicht blofs meine Meinung, sondern eine klar vorauszusehende Thatsache, dass die Kraftversorgung innerhalb der Städte in absehbarer Zeit einen Umfang annehmen wird, welcher mit den jetzt verwendeten Mitteln nicht mehr, wenigstens nicht mehr zweckmäfsig, gedeckt werden kann. Viele amerikanische Kraftanlagen haben ohnedies schon längst die Grenze der Zweckmäfsigkeit überschritten. Auch die jetzt gebauten technisch grofsartigen Kraftstationen sind doch nur unbedeutend gegenüber dem wahrscheinlichen künftigen Bedarf. Ich halte es aber nicht für wahrscheinlich, dass in Zukunft die Energieversorgung — so wie bisher — getrennt betrieben werden wird; denn jedes Energiemittel hat seine Eigentümlichkeiten und damit sein begrenztes Feld, während in Wirklichkeit das Bedürfnis dahin führen muss, die Energieversorgung, soweit dies technisch möglich ist, zu vereinigen, und nicht — wie bisher — getrennten Kraftbetrieb für Wasser-, Licht-, Wärme- und Kraftversorgung auszuführen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass in Zukunft alle Formen von Energie, für welche Bedürfnis vorhanden ist, in einheitlicher Weise und damit viel vorteilhafter als bisher verteilt werden. Zur Begründung dessen möchte ich auf grund der hier gemachten Studien folgende allgemeinen Gesichtspunkte hervorheben.

Die hier so häufig versuchte und bisher immer missglückte Kraft- und Wärmeversorgung durch Dampfverteilung entspricht in den Städten Amerikas einem Bedürfnis. Es ist daher notwendig, diese Art der Kraft- und Wärmeverteilung durch einige Bemerkungen besonders zu berücksichtigen. Nirgends wird Dampf in solchen Mengen im Innern der Städte verwendet wie hier, und nirgends wird bei der Dampferzeugung mit schlechten Kesseln, insbesondere schlechten Feuerungsanlagen in ganz ungenügenden Räumen, bei schlechter Ausnutzung und teurer Kohle mehr Kraft und Wärme verschwendet als in den zahlreichen unabhängigen Dampfanlagen amerikanischer Städte. Eine Zentraldampfanlage hat von vornherein den Vorteil der Einfachheit, der günstigen Kohlenbeschaffung und damit so grofse Vorteile für sich, dass die Verluste der Verteilung bei genügend grofsem und ununterbrochenem Betriebe gedeckt werden können. Der Reibungs- bezw. Spannungsverlust beträgt für die hier üblichen Entfernungen kaum 1 pCt, der Undichtigkeitsverlust kann bei richtiger Ausführung auf ein verschwindendes Mafs herabgebracht werden. Auch der Wärmeverlust lässt sich auf etwa 5 pCt vermindern, wenn die Röhren nicht in gangbaren Kanälen mit Luftumlauf verlegt werden, sondern in gemauerten Einschnitten unter vollständiger Ausfüllung aller Hohlräume mit schlechten Wärmeleitern. Dieser Verlust, nur von der Dampftemperatur und der Strahlungsfläche abhängig, wächst aber auf 10 bis 20 pCt, weil erhebliche Verluste in den Neben- und Anschlussleitungen nicht zu vermeiden sind.

Die Dampfleitungen übertragen Wärme und Kraft zu gleicher Zeit, auch zu Zeiten (nachts), wo wenig Kraft oder (im Sommer) wo wenig Wärme gebraucht wird. Dies erhöht den Verlust selbstverständlich auf ein bedeutendes Mafs, und es kann daher bei schwachem Betriebe der Verlust gröfser sein als die übertragene Leistung.

Wesentlich für die Dampfverteilung ist der Unterschied zwischen offenem und geschlossenem System, letzteres mit einer Rückleitung des Kondensationswassers in die Zentralstation ausgeführt. Rechnungsmäfsig ist der Unterschied beider Systeme nicht grofs, er beträgt kaum 8 pCt; der Unterschied liegt nur in der wiedergewonnenen Wärme und in der günstigen Wasserbeschaffung bei geschlossenem System; praktisch ist der Unterschied aber mindestens 25 pCt zu gunsten des geschlossenen Systems, einfach deshalb, weil es kein Mittel giebt, in einem offenen System, wo die Abnehmer unmittelbar Zugang zum Dampf haben, die Verschwendung hintanzuhalten.

Rückleitungen von Kondensationswasser waren, wie in meinen früheren Berichten erwähnt, sowohl in New York wie in Boston von Misserfolg begleitet; überall wurden die Leitungen wieder entfernt, weil sie zerfressen und zertrümmert wurden.

Dies ist aber nur auf Konstruktionsfehler zurückzuführen. Eine richtige Dampfverteilung mit Rückleitung muss zwei Bedingungen erfüllen, die ebenso einfach wie wichtig sind, nämlich: die Dampfleitung darf nichts anderes enthalten als Dampf, und die Rückleitung nichts als Wasser. Dies schliefst ein: die vollständige Entwässerung der Dampfleitung, verlangt aber auch, dass die Rückleitung, um nachträgliche Dampfbildung zu verhüten, unter annähernd demselben Druck steht wie die Dampfleitung, und verlangt weiter solche Einrichtung, dass kein gebrauchter Dampf in anderer Form denn als Kondensationswasser in die Rückleitung gelangen kann. Nur bei stets vollgefüllter Rückwasserleitung wird es verhütet werden, dass die Röhren zerfressen und durch Wasserschlag zerstört werden. Dies ist, wissenschaftlich begründbar, die Hauptursache, weshalb die Dampfverteilungsanlagen mit Rückleitung missglückt sind, und dies möchte ich nachträglich noch als Kritik der in New York und Boston begangenen Fehler aussprechen.

Die zweite Ursache, weshalb Dampfleitungen trotz der aufserordentlich günstigen Verhältnisse in amerikanischen Städten missglückt sind, ist wirtschaftlicher Art.

Es wird hier behauptet, Dampf sei das einzig richtige Verteilungsmittel in Städten, weil es die Energie in ursprünglicher Form verteile und nicht erst die Verluste der Umformung zu tragen habe. Hieraus kann aber wirtschaftlich kein Vorteil erwachsen, weil innerhalb der amerikanischen Städte keine anderen als gewöhnliche, meist minderwertige und schlechte Dampfmaschinen mit freiem Dampfauspuff verwendet werden. Jede zentrale Dampfverteilung muss mit diesem Umstand rechnen und gestattet daher keine andere als eine schlechte Ausnutzung des ursprünglichen Kraftmittels, des Dampfes. Dies hebt jedoch den Vorteil der zentralen Dampferzeugung und der ursprünglichen Energieform auf, ausgenommen, es würden alle bestehenden Dampfmaschinen durch vollkommene Kondensationsmaschinen ersetzt, was aber ganz aufser dem Bereiche der Möglichkeit liegt.

Wirtschaftlich kommt dann aufserdem noch der Umstand hinzu, dass bei zentraler Dampfversorgung innerhalb der Gebäude die hier besonders hohen Kosten für Löhne der Maschinisten und Hilfsarbeiter bestehen bleiben, und damit ist ein Erfolg der Dampfverteilung selbst bei dem hier vorhandenen günstigen Felde nicht möglich, es sei denn unter ungewöhnlichen Verhältnissen und bei Anlagen, welche mit anderen Kraftbetrieben zusammenhängen, sodass die Dampfverteilung nur einer Wärmeverteilung entspricht.

Die richtige Wärmeverteilung unter den hier gegebenen Verhältnissen ist nur die durch Auspuffdampf, welcher vorher bei hoher Spannung in einer Dampfmaschine erst Nutzarbeit geleistet hat. Der Mehraufwand an Brennstoff für die Erzeugung von Hochdruckdampf beträgt einschliefslich Verluste etwa 8 pCt, und man schafft mit diesem Mehraufwande beides: Kraft in der Zentralstation und Wärme für die Verteilung in der Form von Auspuffdampf. Letzterer ist dann gewissermafsen ein Nebenprodukt des Kraftbetriebes. Hierin liegt wirtschaftlich und wissenschaftlich die Bedeutung einer gemeinsamen Kraft- und Wärmeverteilung; denn es ist hier unter den gegebenen Verhältnissen unmöglich, jedes einzelne dieser Produkte, also Kraft oder Wärme allein, billiger herzustellen, als beim Zentralbetriebe beide zusammen hergestellt werden können.

Zweck der Energieverteilung unter den hier gegebenen Verhältnissen kann deshalb nur die Verbindung des Kraftbetriebes mit der Auspuffdampfverteilung für Heizzwecke sein. Dies schliefst die Verwendung einer Hochdruckdampfverteilung vollständig aus und macht den Kraftbetrieb, und zwar einen möglichst ausgedehnten, zur Hauptsache, weil im Winter der Heizungsbedarf den Kraftbedarf weit übersteigt. Dies ist der Grund, weshalb Dampfverteilungen allein hier trotz des günstigen Bodens sich nicht lebensfähig erwiesen haben.

Elektrische Energieverteilung wird gegenwärtig in Amerika überwiegend für Beleuchtung verwendet, für Kraftversorgung verhältnismäfsig nur untergeordnet. Selbst in New York, bei dem ungeheuren Aufschwung der elektrischen Betriebe, sind bisher nur nominell 4000 PS in Verwendung, welche aber nur einem Betriebe von 2 Std. täglich (im Jahresdurchschnitt) dienen, also nur 800 PS bei 10stündigem ununterbrochenem Betrieb entsprechen. Solcher ausschliefsliche Lichtbetrieb bedeutet eine ungeheure wirtschaftliche Verschwendung. Diese liegt darin, dass diese Anlagen nur einem Zwecke: der Beleuchtung, dienen und daher im Jahresdurchschnitt nur wenige Stunden, hier etwa $2^1/_2$ bis 3, in voller Leistung in Anspruch genommen sind. Während aller übrigen Zeit hingegen arbeiten sie nur mit ganz schwachem Betrieb und erfordern doch alle Betriebs- und allgemeinen Auslagen einer ausgedehnten Versorgung. Eine weitere grofse Verschwendung liegt in der Verwüstung oder doch nicht genügenden Ausnutzung des Auspuffdampfes, der erst in der neuesten Zeit bei einigen kleinen Anlagen zu Heizzwecken verwendet wird.

Die Bestrebungen, den elektrischen Strom für allgemeine Kraftversorgung verwendbar zu machen, sind hier sehr zahlreich und interessant, beschränken sich aber auf die technische Durchführung von Einzelheiten und oft auf Nebensächliches. In Wirklichkeit ist die praktische Bedeutung der elektromotorisch betriebenen Maschinen bis jetzt keine grofse, auch der Umfang der Kraftverteilung nicht, wie sich aus den früheren Berichten ergiebt.

Ich glaube, dass dem thatsächlichen Energiebedürfnis in Städten überhaupt nicht durch die Versorgung mit einer einzigen Energieform zu entsprechen ist. Die Zukunft wird sich wahrscheinlich in der Richtung entwickeln, dass die gegensätzlichen, meist sehr kleinlichen Meinungen und Vorurteile über den Wert, die Vor- und Nachteile der einen oder anderen Art von Energieverteilung und die Verfolgung nebensächlicher Interessen aufhören werden, dass die gegenseitige Bekämpfung der verschiedenen Kraftversorgungsmittel gegenüber der viel weitertragenden Frage der vollständigen Energieversorgung von Städten verschwinden wird, und dass ein weiter blickender Geist die Städte von Zentralstellen aus nicht blofs mit Elektrizität, sondern überhaupt mit Energie in allen denjenigen Formen versorgen wird, für welche Bedarf vorhanden und zu decken ist.

Städtische Kraftzentralen können sich auf viel richtigerer wirtschaftlicher Grundlage und zu den mächtigsten Unternehmungen künftig dadurch entwickeln, dass der jetzige verschwenderische Betrieb, welcher nur wenige Stunden bei voller Ausnutzung umfasst, durch einen möglichst gleichmäfsigen und damit wirtschaftlich vorteilhaften Betrieb ersetzt wird, und dass hierfür alle Betriebsarten herangezogen werden, welche den örtlichen Verhältnissen entsprechen, um so möglichst konstanten Betrieb zu erhalten.

Die Zentralstation und die gesamte Unternehmung, welche einen bestimmten Aufwand von Anlagekapital und allgemeinen Betriebsauslagen darstellen, müssen ausgenutzt werden, die Kraft muss möglichst gleichmäfsig erzeugt werden. Das Mittel hierzu ist die Vereinigung verschiedener Kraftverteilungsmittel, so wie sie zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenem Ort benötigt werden, sodass zu jeder Zeit des Tages diejenigen Kraftmittel und diejenigen Mengen derselben geliefert werden, welche den thatsächlichen Bedürfnissen entsprechen. Dann lässt sich, wenigstens in amerikanischen Städten, auch ein fast konstanter Betrieb und die volle Ausnutzung der Kraftanlage erzielen.

Diejenigen Kraftmittel, welche sich in einer einzigen Zentralstation ohne wesentliche Schwierigkeit vereinigen lassen, sind: Wärme, Wasser, Luft und Elektrizität. Im Zusammenhange mit einer mäfsig ausgedehnten Aufspeicherung für jedes dieser Kraftmittel ist es hier sogar technisch und wirtschaftlich möglich, nahezu 24stündigen, vollen, ununterbrochenen Betrieb der Kraftstelle zu erreichen. Nur das Zusammenfallen von Kraft- und Lichtbetrieb in einigen Abendstunden lässt sich nicht ganz vermeiden. Hier in Amerika liegen die Verhältnisse derart, dass das erwähnte Ziel in durchaus nicht ferner Zukunft erreichbar ist. Das ist das Ideal der Kraftversorgung: gemeinsame Leitung, nur einmalige allgemeine Unkosten, gemeinsame Krafterzeugung (Dampfkessel und Dampfmaschinen einschliefslich Kohlenwirtschaft) und ununterbrochener gleichmäfsiger Betrieb. Durch solche Betriebsvereinigung lassen sich die jetzigen, besonders in Amerika verschwenderisch hohen Betriebskosten auf ein geringes Mafs herunterbringen; es kann z. B. hier Elektrizität für $^1/_3$ der jetzigen Kosten mit viel gröfserem Gewinn als jetzt verteilt werden.

Damit im Zusammenhange steht dann die wichtige, hier in Amerika von der Kraftversorgung gar nicht zu trennende Frage der Wärmeversorgung, die sich in einfacher Weise löst. Wärme wird hier ununterbrochen, auch zur Nachtzeit, in fast gleichbleibender Menge benötigt, da die grofsen Gebäude immer vollständig durchwärmt erhalten werden. Aus technischen und wirtschaftlichen Erwägungen und mit Rücksicht auf die vorhandenen Heizeinrichtungen entspricht Auspuffdampf der Wärmeverteilung am besten. Es läuft daher die Wärmeverteilung darauf hinaus, in den Kraftstationen möglichst gleichmäfsig und möglichst viel Auspuffdampf, also möglichst viel Kraft zu erzeugen. Dies deckt sich vollständig mit dem früher Erwähnten, mit der Vereinigung verschiedener Energiemittel und der anzustrebenden gleichmäfsigen Krafterzeugung, und nur in Ausnahmefällen, etwa an ganz strengen Wintertagen, wird es notwendig sein, dem Auspuffdampf noch frischen Heizdampf hinzuzufügen. Die Vereinigung verschiedener Kraftverteilungsmittel in der Zentral-

station bietet meines Wissens keine anderen als die gewöhnlichen konstruktiven Schwierigkeiten; diese sind leicht überwindbar. Es ist sogar ohne Komplikation möglich, eine solche Zentralstation nicht nur mit einer gemeinsamen Kesselanlage, sondern auch mit einer gemeinsamen Motorenanlage zu bauen, von dieser aus ohne Zwischentransmission alle Dynamos, Pumpen und Kompressoren nach Bedarf anzutreiben und dabei während des Betriebes jede einzelne Produktion, trotz des gleichzeitigen Betriebes, nach Bedarf zu reguliren.

Solche kombinirte Krafterzeugung und -Verteilung würde grofse Erträgnisse liefern, die nicht nach dem heutigen Mafsstab zu messen sind. Die Erträgnisse bezw. Ersparnisse gegenüber der jetzigen Verschwendung sind ungeheuer, sodass solche Anlagen zu den überhaupt ertragsfähigsten gehören. Um hierzu Beispiele anzugeben, erwähne ich, dass gegenwärtig in den grofsen amerikanischen Städten je nach dem Zweck und der Ausnutzung für Kraft etwa 80 bis 150 $ jährlich für 1 PS (10stündige Arbeitszeit vorausgesetzt) verlangt und bezahlt werden, und zwar bei verhältnismäfsig grofsem, nicht unter 50 PS herabgehendem Bezug; dass für Heizung allein 30 bis 60 $ für 1 PS (30 Pfd. Verdampfung) und Jahr bezahlt werden. Für Elektromotoren werden in allen Städten etwa 300 $ für 1 PS bezahlt. Dies ist der jährliche Verkaufspreis für den wirklichen Verbrauch. Auch dort, wo in amerikanischen Fabrikstädten Werkstätten mit Kraft vermietet werden und ein grofser Teil der Kosten der Kraft in der Miete enthalten ist, werden für besonders gelieferte Kraft etwa 60 $ pro PS und Jahr gefordert und bezahlt.

Dies sind hohe Kosten, wenn berücksichtigt wird, dass die Ausnutzung der vorhandenen Motoren von 10 bis 50 PS durchschnittlich unter $^1/_3$ liegt. Wenn für die Einnahme einer kombinirten Kraftverteilung, welche alle Energiearten liefert, Mindestpreise gerechnet werden, die tief unter den erwähnten gegenwärtig thatsächlich bezahlten Kosten für Wärme und Kraft liegen, und wenn angenommen wird, dass mit Rücksicht auf die hier vorhandenen Grofsbetriebe nur für die Hälfte der verteilten Kraft der volle Verkaufspreis erzielt wird, so ergiebt sich für eine solche kombinirte Kraftverteilung ein Einkommen, welches das aller bisherigen technischen Betriebe weit hinter sich zurück lässt. So z. B. sind viel höhere als die jetzigen Erträgnisse aus der Verteilung elektrischen Stromes zu erzielen, und zwar schon bei einem Verkaufspreise von 4 Cents für 1000 Watt, während der jetzt geforderte Preis hier 10 Cents beträgt. Noch gröfsere Erträgnisse lassen sich aus der Druckluftverteilung für Kraft- und Kühlzwecke erzielen, selbst wenn für den Verkaufspreis nur 50 $ für 1 PS in Anschlag gebracht werden. Für das Nebenprodukt des Kraftbetriebes in der Zentralstation, die Wärme des Auspuffdampfes, ist ein Verkaufspreis von 25 $ bezw. 15 $, wenn die Wärme samt Kraft geliefert wird, gegenüber den gegenwärtigen Kosten hier sehr niedrig und lässt ungeheure Erträgnisse erzielen. Alles dies hat seine Begründung einfach in der vollkommenen Ausnutzung der Zentralstation und der gleichmäfsigen Verteilung der allgemeinen Auslagen. Hierin liegt meiner Ansicht nach die Zukunft der Kraftverteilung, und ich glaube, dass in wenigen Jahren diese Auffassung in Amerika zum Durchbruch kommen wird, wenn nicht kleinliche und einseitige Interessen und Monopolbestrebungen das Wesen der erwähnten Sache beeinträchtigen.

Was gegenwärtig hier in Amerika für Kraftzwecke bezahlt wird, ist nach unseren Begriffen ungeheuer, wie sich dies aus den schon vorangegangenen Berichten über die Einrichtung gröfserer Geschäftshäuser ergiebt. Die Verschwendung ist so gewaltig, dass jetzt schon das Bestreben erkennbar ist, die Maschinenanlagen abzuändern und die Betriebe zu zentralisiren. Das ist aber nur der Beginn der Zentralisirung aller erforderlichen Energiearten.

A. Riedler.

Kälteverteilungsanlagen in Amerika.

Die künstliche Kälteerzeugung hat in Amerika auf den verschiedenen Anwendungsgebieten eine weit ausgedehntere und im einzelnen grofsartigere Benutzung gefunden als in Europa.

Ursprünglich waren es Brauereien sowie die grofsen Schlächtereien und zahlreiche Fleischversandgeschäfte, welche grofse und vollkommene Kältemaschinenanlagen benötigten, die zu den gröfsten bis jetzt bekannten zählen. Neuerdings bilden Eiswerke und Lagerhäuser zur Aufbewahrung von Lebensmitteln ein weitverzweigtes und in rascher Fortentwicklung befindliches Verwendungsgebiet der künstlichen Kälteerzeugung. Aber auch für den Kleinbedarf im Haushalt hat die Verwertung der wirtschaftlichen Vorteile der Kälte in Amerika praktische Gestalt gewonnen, sowohl durch Einzelanlagen in Hotels und Mietshäusern als auch durch Zentralanlagen, von denen aus Kälte durch Strafsenleitungen an beliebige Bedarfsstellen abgegeben wird.

Die ausgedehnte praktische Bedeutung, welche die künstliche Kälte in Amerika gewonnen hat, erhellt auch daraus, dass allein 12 Gesellschaften bestehen, welche ausschliefslich Kältemaschinen bauen, und unter denen beispielsweise die Delavergne Refrigerating Machine Co. in New York allein 700 Arbeiter beschäftigt. Auch in der Fachlitteratur kommt das grofse technische Interesse für die Erzeugung und Anwendung der Kälte und die Bedeutung dieses Industriezweiges durch die seit mehreren Jahren erscheinende, von allen amerikanischen Fachleuten kräftig unterstützte Zeitschrift Ice and Refrigeration zum Ausdruck.

Für die künstliche Kälteerzeugung beherrschen in Amerika die Ammoniak-Kompressionsmaschinen das Feld, und neben diesen spielen nur noch die Absorptionsmaschinen für kleine Anlagen eine gewisse Rolle.

Bei ersteren sind drei von einander abweichende Arbeitsweisen des Ammoniakgases in den Kompressionscylindern in Aufnahme gekommen:

1) Ansaugen der trockenen Gase aus den Verdampfungs- oder Kühlröhren und Kompression derselben unter Oeleinspritzung, behufs Ausfüllung der schädlichen Räume und Kühlung der Kompressionsgase.

2) Ansaugen trockener Gase und Kompression unter Wasserkühlung des Kompressor-Cylindermantels.

3) Ansaugen gesättigter Dämpfe und Kompression ohne Oelzufuhr, ohne Mantelkühlung und ohne Ausfüllung der schädlichen Räume durch Oel.

Die beiden ersten Systeme werden einfach- und doppeltwirkend, das letztere nur doppeltwirkend ausgeführt und jedes von ihnen durch hervorragende Firmen vertreten.

Anordnung der Kältemaschinen.

In der Anordnung der Kältemaschinen herrscht die vertikale Aufstellung der Kompressionscylinder vor; mit diesen sind dann entweder auch vertikale oder horizontale Dampfmaschinen verbunden. Zur vertikalen Aufstellung der Kompressoren führt die einfachwirkende Arbeitsweise und die Rücksichtnahme auf andauernde Dichthaltung der Kolben und Stopfbüchsen. Die Dichtheit der betreffenden Teile wird aufser durch die mit der vertikalen Aufstellung erreichte geringe Abnutzung durch Oelverschluss der Liderungsräume gesichert.

Zur leichten Uebersicht sei nachfolgend die von den mafsgebenden Kältemaschinengesellschaften vertretene Anordnung und Arbeitsweise der Ammoniakkompressoren angeführt.

The Delavergne Refrigerating Machine Co., New York: vertikale, einfach- oder doppeltwirkende Kompressoren mit Oeleinspritzung während der Kompression; horizontale Dampfmaschine.

Frick Company, Engineers, Waynesboro, Pa.: vertikale, einfachwirkende Kompressoren mit äufserer Wasserkühlung, ohne Oelzufuhr in den Kompressionscylindern; horizontale Dampfmaschine.

The Buffalo Refrigerating Machine Co. und The Case Refrigerating Machine Co., Buffalo, N. Y.: vertikale, doppeltwirkende Kompressoren ohne Oeleinspritzung; äufsere Wasserkühlung und vertikale, direktwirkende Dampfmaschine.

Hercules Iron Works, Chicago, Ill.: vertikale, einfachwirkende Kompressoren ohne Oeleinspritzung, mit Mantelkühlung und Balanzierantrieb mit horizontaler Dampfmaschine.

York Manufacturing Co., York, Pa.: vertikale, einfachwirkende Verbundkompressoren mit Mantelkühlung und vertikaler oder horizontaler Dampfmaschine.

John Featherstone's Sons, Chicago: vertikale, einfachwirkende Kompressoren mit Mantelkühlung und horizontaler Dampfmaschine.

The Arctic Machine Manufacturing Co., Cleveland, Ohio und American Ice Machine Co., St. Louis, Ma.: vertikale, doppeltwirkende Kompressoren mit Mantelkühlung und vertikaler oder horizontaler Dampfmaschine.

Horizontale, doppeltwirkende Kompressoren ohne Oelzufuhr oder Mantelkühlung werden ausgeführt von The Fred. W. Wolf Company, Chicago, als Besitzerin der Lindeschen Patente und von The Vilter Manufacturing Co., Milwaukee, deren Ausführungen sich nur unwesentlich von Lindeschen Maschinen unterscheiden.

Sämtliche Kältemaschinen amerikanischer Konstruktion saugen die Ammoniakgase in überhitztem Zustand an und liefern bei der Kompression überhitzte Dämpfe, während bekanntlich die Lindeschen Maschinen feuchte, gesättigte Dämpfe ansaugen und ohne bedeutende Ueberhitzung komprimiren.

Charakteristisch für die amerikanischen Ausführungen ist die fast ausschliefsliche Verwendung der Berieselungskondensatoren; die unter Wasser liegenden Kondensatoren sind bis jetzt nur von der die Lindeschen Kältemaschinen ausführenden Firma beibehalten; aber auch letztere sieht sich neuerdings veranlasst, zur allgemeinen Verwendung der Rieselkondensatoren überzugehen.

Was die Einrichtungen zur Uebertragung und Verwertung der erzeugten Kälte angeht, so ist im allgemeinen zu bemerken:

Zur Eiserzeugung wird Kochsalz- oder Chlorcalciumlösung abgekühlt, welche wie üblich Eiszellen umgeben. Das Gewicht der Eisblöcke wechselt zwischen 50 und 200 kg. Die schwereren Blöcke werden den leichteren wegen ihres geringeren Schmelzverlustes vorgezogen. Die Gefrierdauer für die schweren Blöcke beträgt etwa 60 Stunden, wobei die Temperatur der Salzlösung auf ungefähr 18° F = — 8° C gehalten wird. Die Eiszellen werden nicht reihen-, sondern blockweise gezogen.

Zur Kühlung von Räumen werden entweder gekühlte Salzlösung oder unmittelbar die expandirenden Ammoniakdämpfe benutzt. Das letztgenannte Verfahren (direct expansion) hat sich wegen seiner Einfachheit in den Lagerkellern der Brauereien allgemein, in den Kühlräumen der zur Aufbewahrung von Lebensmitteln dienenden Lagerhäuser zum teil eingebürgert. Dagegen findet die Kühlung durch Salzlösung in den Lagerräumen der grofsen Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte fast ausschliefslich Verwendung. Trotz der schwerwiegenden praktischen Bedenken, welche gegen die unmittelbare Verwendung des Ammoniaks in den die Kühlräume durchziehenden Kühlröhren erhoben werden, namentlich bei ausgedehnten Anlagen, welche die Ueberwachung der Röhrenverbindungen und Dichtungen erschweren, wird doch die unbedenkliche, aber weitläufigere Kühlung durch Salzlösung mehr und mehr verdrängt. Grofse Sorgfalt in der Wahl der Ammoniakröhren und der Herstellung der Flanschverbindungen sowie zweckmäfsige Konstruktion der Dichtungen sichern einen störungsfreien Betrieb.

Welche Bedeutung und Ausdehnung die Kälteerzeugung in Amerika gewonnen hat, möge aus folgender Uebersicht über einige bemerkenswerte Anlagen der verschiedenen Verwendungsgebiete der Kälte hervorgehen. Eine eingehende Berichterstattung hierüber wird nachfolgen.

Eiswerke.

Hervorragende Entwicklung nehmen die Eisfabriken für Trinkzwecke, und zwar verdrängen sie nicht nur im Süden Nordamerikas das von den nördlichen Süfswasserseen bezogene Natureis, sondern auch in den nördlichen Teilen der Ver. Staaten, namentlich in New York, tritt, trotz geringer Transportkosten des Natureises, das Kunsteis in erfolgreichen Mitbewerb. Auch Chicago besitzt bereits mehrere grofse Eiswerke, während in dem nördlicher gelegenen Milwaukee der Gebrauch des Natureises überwiegt.

Eis zur Kühlung von Räumen ist bis auf die gleichartige Verwendung im Haushalt und kleinen Restaurants u. dergl. vollkommen aufgegeben. Das zu Trinkzwecken dienende Eis wird auf 3 verschiedene Arten hergestellt, und zwar in Eisblöcken aus reinem Quellwasser oder aus destillirtem Wasser oder als Platteneis.

Reines Quellwasser steht zur Eiserzeugung selten zur Verfügung; Wasserleitungswasser ist sehr häufig, so namentlich in New York und Chicago, von ungenügender Reinheit und würde aufserdem zu kostspielig sein. In der Regel wird daher destillirtes, durch Kondensation und Reinigung des Auspuffdampfes der Eismaschinen gewonnenes Wasser benutzt.

In dieser Weise arbeitet beispielsweise das Eiswerk der Hygeia Ice Co. in New York. Die Anlage besitzt 3 Delavergne-Eismaschinen von zusammen 150 t täglicher Eislieferung oder 250 t Eisschmelzfähigkeit. Jede Eismaschine ist mit einer eincylindrigen Dampfmaschine verbunden, deren Auspuffdampf zur Eisfabrikation verwandt wird. Die Gefrierräume befinden sich in 2 Stockwerken über einander mit je 1500 und 1688 Eiszellen für Eisblöcke von je 300 lbs = 135 kg. Das Ziehen der Zellen erfolgt etwa alle 6 Minuten bei 60 Stunden Gefrierzeit.

Im vergangenen Jahr wurden 40500 t Eis hergestellt, wobei im mittel 1 t Kohlenklein (2,75 $ für 1 t) 6 t Eis lieferte. Der Verkaufspreis des Eises beträgt im grofsen 2 $ für 1 t, 3,5 $ für Hotels und 7 $ im kleinen an Private, mit Einschluss der Transportkosten. Das Natureis, welches im allgemeinen für weniger rein als das Kunsteis gilt, wird dagegen mit 1,5 $ im grofsen, 2,5 bis 3 $ an Hotels und 7 $ an Private verkauft.

Die Fish Ice Factory, Chicago, welche eine Eismaschine der Hercules Iron Works für 60 t tägliche Eislieferung besitzt, verwendet ebenfalls zum Füllen der Eiszellen den kondensirten und gereinigten Auspuffdampf der Dampfmaschine. Das Gewicht der Eisblöcke beträgt 250 lbs = 115 kg.

Um die Leistungsfähigkeit des Eiswerkes während der Sommermonate zu vermehren, ist damit ein Eishaus, in welchem 1500 t Eis gelagert werden können, verbunden. Dieser Vorrat wird während der Wintermonate durch die Kältemaschinenanlage geliefert.

Die Platteneisfabrikation hat bis jetzt noch verhältnismäfsig geringe Aufnahme gefunden, da der Vorteil gröfserer Reinheit und Klarheit des Eises durch gröfsere Umständlichkeit im Betriebe der Eismaschinenanlage erkauft werden muss, ohne dass gegenwärtig die Herstellungskosten geringer als die des Zelleneises wären. Die bedeutendsten Anlagen für Platteneisfabrikation nach Smithschem System sind das Eiswerk der Consumers Ice Company, New Orleans, mit einer 100 t-Frick-Kältemaschine und dasjenige der Smith Transparent Ice Mfg. Co., Washington, mit einer 50 t-Frick-Eismaschine. Bei ersterer Anlage werden Eisplatten von 4,9 m Länge, 2,45 m Breite und 300 bis 400 mm Dicke aus filtrirtem Mississippi-Wasser hergestellt.

Kältemaschinenanlagen in Brauereien.

Die Brauereien bilden, wie bei uns auch, in Amerika das gröfste Absatzgebiet für Kältemaschinen und tragen so zu deren technischer Entwicklung und Vervollkommnung in hervorragendem Mafse bei, zumal die gröfseren Brauereien die Kosten besonders sorgfältiger Ausführung und luxuriöser Ausstattung ihrer Kältemaschinenanlagen nicht scheuen. Dazu kommt noch der Umstand, dass Gär- und Lagerräume des Bieres nicht in unterirdischen Kellern, sondern fast allgemein in mehrstöckigen Gebäuden untergebracht sind, welche ihrer bedeutenden Strahlungsverluste wegen gröfsere Kälteleistung erfordern als Keller gleichen Rauminhalts. Gegenwärtig besitzt die Bush Brewing Association in St. Louis die gröfste Kältemaschine für 500 t täglichen Eisersatz. Sie wurde im vorigen Jahre von der Delavergne Co. in New York geliefert; die zugehörige Verbunddampfmaschine mit Kondensation steht in Verbindung mit Kleinschem Gradirwerk[1]).

Aufser dieser neuesten Maschine besitzt die Brauerei aber noch eine Reihe leistungsfähiger Kältemaschinen und zwar aus dem Jahre 1882 zwei vertikale Boyle-Kältemaschinen für je 75 t Eisersatz, aus dem Jahre 1884 eine horizontale, doppeltwirkende Empire-Maschine für 75 t. Ferner wurde 1886 und 1888 je eine 110 t- und 1889 eine 220 t-Delavergne-Kältemaschine aufgestellt.

Von diesen Kältemaschinen dient gegenwärtig die gröfste, 500 t-Maschine, für die Eisfabrikation, wobei der Auspuffdampf der übrigen Maschinen das Eiswasser liefert; die

[1]) Z. 1892 S. 104.

übrigen Delavergne-Maschinen mit 440 t Eisersatz für Kellerkühlung, die Empire-Maschine für Bierkühlung und die beiden Boyle-Maschinen für Salzwasserkühlung zur Gärung. Die Lagerfähigkeit sämtlicher Gär- und Kühlräume beträgt 320- bis 350000 hl Bier. Die gesamte Anlage umfasst 7 Kältemaschinen mit einer Leistungsfähigfähigkeit von 1165 t täglichem Eisersatz.

Die nächstgrösste Kältemaschinenanlage besitzt die Pabst Brewing Co. in Milwaukee, welche mit einem Jahresumsatz von 1500000 hl Bier als die grösste Brauerei Amerikas zu betrachten ist. Die Kältemaschinenanlage besteht aus 3 einfachwirkenden Boyle-Maschinen für je 50 t, einer Maschine für 75 t und 2 Maschinen für je 300 t Eisersatz der Delavergne Co. in New York, letztere mit Verbundmaschinen und Strahlkondensation. Sämtliche Kältemaschinen dienen ausschliefslich zur Kellerkühlung und arbeiten teilweise mit Salzlösung, teilweise mit Ammoniakröhren in den Lager- und Gärkellern.

Künstliches Eis wurde bis jetzt nicht erzeugt, weil das natürliche billiger von den in der Nähe Milwaukees befindlichen Eishäusern bezogen werden konnte. Trotzdem ist für die nächste Zeit ein Eiswerk mit 600 t-Kältemaschinen zur Eiserzeugung für den Biertransport geplant, hauptsächlich veranlasst durch den aus Reklamerücksichten unter den amerikanischen Bierkönigen entstandenen Wetteifer um den Besitz der grösten Maschinenanlagen.

Nächst den Genannten kommt die Schlitz-Brauerei in Milwaukee in betracht, welche 2 Lindesche Kältemaschinen für 200 t und 2 Delavergne-Maschinen für zusammen 250 t täglichen Eisersatz besitzt.

Die ebenfalls in Milwaukee befindliche Blatzsche Brauerei hat zwei 75 t- und eine 300 t-Kältemaschine mit Tandem-Verbunddampfmaschine der Weifsel & Vilter Mfg. Co.

Als Eigentümlichkeit der Blatzschen Brauerei verdient noch erwähnt zu werden, dass neuerdings alle ihre Arbeitsmaschinen mit elektrischem Antrieb versehen worden sind, wozu 2 von einer 400 pferdigen Ventildampfmaschine der Nordberg Mfg. Co., Milwaukee, angetriebene Thomson-Houston-Dynamomaschinen den elektrischen Strom von 500 V Spannung liefern.

Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte.

In hervorragendem Mafse haben die praktischen Vorteile der künstlichen Kälteerzeugung dazu beigetragen, dass die amerikanischen Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte innerhalb kaum zweier Jahrzehnte zu den grofsartigsten Industrien Amerikas sich entwickeln konnten. Die mit den Union Stock Yards in Chicago verbundenen Schlachthäuser, welche bekanntlich den amerikanischen wie ausländischen Markt mit Fleisch und Fleischwaren hauptsächlich versorgen, besitzen die grösten überhaupt bestehenden Kältemaschinenanlagen und Kühleinrichtungen. Sie zeigen jedoch wenig Nachahmenswertes und Mustergültiges, da die rasche Entwicklung der einzelnen Geschäfte keine Zeit zum Erproben von Neuerungen liefs.

Die Kühlung der Lagerräume geschieht in allen Schlächtereien der Stock Yards mittels in Röhren umlaufender Salzlösung, deren abkühlende Wirkung durch äufserlich aufgesetzte Rippen erhöht wird. Die unmittelbare Benutzung von Ammoniakkühlröhren findet sich nur vereinzelt in einigen Lagerhäusern innerhalb der Stadt. Die wagerecht angeordneten Röhren laufen entweder über einander liegend die Wände entlang oder hängen an der Decke, in geeigneter Weise über den Raum verteilt. Lüftung der Räume ist im allgemeinen nicht vorgesehen; nur eine mäfsige Luftbewegung innerhalb der geschlossenen Kühlräume ist in vereinzelten Fällen dadurch erzielt, dass vor die an den Wänden liegenden Rohrreihen Papierwände gespannt sind, welche zwischen sich und der Gebäudemauer einen Zwischenraum schaffen, durch den die nach unten sinkende abgekühlte Luft im Kühlraum eine Luftbewegung von unten nach oben hervorruft.

Eine vollständige Lufterneuerung findet nur in denjenigen Kühlräumen (chill rooms) statt, in welche das frisch geschlachtete Fleisch zum Ausdunsten eingebracht wird. Die Temperatur der Kühlräume wird im allgemeinen von Hand durch Veränderung des Salzlösungszuflusses vermittels des Absperrventiles oder durch Verstellen von Klappen am Lufteintrittsquerschnitt der oben genannten, durch Papierwände gebildeten Lüftungskanäle geregelt. In neuester Zeit wurden mit Kerosin gefüllte Expansionskörper zur selbstthätigen Bewegung der Klappen versucht.

Die Temperatur der Kühlräume wird zwischen 36° und 40° F = 2° bis 5° C, die der Gefrierräume auf etwa 10° F = — 9° C gehalten, wobei die Temperatur der Salzlösung 18° F = — 8° C bezw. 0° F = — 18° C beträgt.

Die Isolation der Kühlräume besteht bei den älteren Ausführungen aus doppelten Holzwänden mit Papierzwischenlagen und Ausfüllung der Zwischenräume mit Sägespänen. In neuerer Zeit wird zweifache Luftisolirung oder eine Luftschicht mit Sägespäne- oder Schlackenwolleausfüllung angewendet.

Gröfse und Ausdehnung einiger der bedeutendsten Anlagen vorbezeichneter Art mögen nachfolgende Angaben kennzeichnen.

Armour & Co., Chicago. Die Kältemaschinenanlage besteht aus 17 horizontalen Dampfmaschinen mit je 2 Ammoniak-Kompressoren; davon haben 15 Maschinen Dampfcylinder von 610 mm Dmr. und 915 mm Hub und Kompressorcylinder von 387 mm Dmr. bei gleichem Hub, während 2 Dampfcylinder von nur 457 mm Dmr. bei 762 mm Hub und 254 mm Kompressorendmr. besitzen. Jede Maschine hat einen unter Wasser tauchenden Ammoniakkondensator. Bezüglich der Ausdehnung der Kühlräume möge bemerkt werden, dass der auf die Gefrier- und Kühlräume entfallende Bodenraum ungefähr 40 acres = 1,62 ha beträgt.

99 Rauchröhrenkessel von je 100 PS und 3 Wasserröhrenkessel von je 350 PS liefern den Betriebsdampf für die Maschinen und zu Kochzwecken.

Swift & Co., Chicago. Die Gesellschaft besitzt neben einigen kleinen 3 grofse getrennte Kältemaschinenanlagen, deren Gesamtleistungsfähigkeit ungefähr 1500 t täglichem Eisersatz entspricht. Die eine Anlage hat 4 Linde-Kompressoren für 75 t Eisersatz, wobei je 2 Kompressoren (381 mm Dmr. und 635 mm Hub) mit je einer Dampfmaschine (457 mm Dmr. und 1067 mm Hub) verbunden sind. In der zweiten Anlage treiben 2 Tandem-Verbunddampfmaschinen mittels Riemen je 8 Linde-Kompressoren für je 50 t Eisersatz, und in der dritten durch die Vilter Mfg. Co. ausgeführten neuesten Anlage betreibt eine Verbunddampfmaschine mit 305 und 864 mm Cylinder-Dmr. und 1219 mm Hub 2 doppeltwirkende Kompressoren von 305 mm Dmr. und 1067 mm Hub.

Die Fleischkühl- und Gefrierräume umfassen je etwa 113 000 cbm und dienen zusammen für einen täglichen Umsatz von 3000 Rindern, 3000 Schafen und 4000 Schweinen. Die zur Kühlung benötigten Salzwasserleitungsröhren haben eine Gesamtlänge von ungefähr 104 km; $^2/_3$ davon bestehen aus 76 mm weiten galvanisirten Blechröhren; die übrigen sind 25 und 38 mm weite schmiedeiserne galvanisirte Röhren. Das Arbeitspersonal besteht aus 4000 bis 4500 Mann.

Libby, Mc Neill & Libby, Chicago. 2 Herkules-Kältemaschinen mit je einer Dampfmaschine von 356 mm Dmr. und 711 mm Hub und 2 Kompressoren von 356 × 914 mm. Das Fassungsvermögen der Kühlräume beträgt 45000 Fass, das der Gefrierräume 675 000 bis 900 000 kg Fleisch. Im ganzen sind 40 000 m Kühlröhren von 51 mm Dmr. vorhanden.

Nelson, Morris & Co., Chicago. 10 Boyle-Maschinen zu je 75 t, 1 Weifsel & Vilter-Kältemaschine mit 2 Kompressoren von 356 mm Dmr. und 813 mm Hub und eine solche mit 2 Kompressoren von 457 mm Dmr. und 914 mm Hub.

Arnold Brothers, Fleischhalle, Chicago. Diese Firma beschäftigt sich nur mit dem Kleinverkauf und der weiteren Verarbeitung des von den Schlächtereien der Stock Yards bezogenen Fleisches. Die Kühlanlage besitzt 2 Delavergne-Maschinen mit je einer Dampfmaschine von 406 mm

Dmr., 406 mm Hub und 2 doppeltwirkende Kompressoren von 203 mm Dmr., 406 mm Hub. Die über 5 Stockwerke verteilten Kühlräume werden mit Ammoniakröhren gekühlt.

Kühlhäuser.

Aufser den zur Fleischkonservirung dienenden Kühlhäusern im grofsen, spielen diejenigen zur Aufbewahrung von Lebensmitteln überhaupt eine wichtige Rolle, wenn auch ihre Gröfse weit hinter jenen zurückbleibt. In diesen Lagerhäusern stehen die Kühlräume den Klein- und Grofshändlern von Lebensmitteln gegen ein bestimmtes, vom beanspruchten Raum und der Lagerzeit abhängiges Mietgeld zur Verfügung. Mit dem rein der Gesundheit dienenden Zweck, Nahrungsmittel längere Zeit aufzubewahren und genieſsbar zu erhalten, werden durch die Lagerung auch finanzielle Vorteile angestrebt, und zwar unter Ausnutzung des Umstandes, dass bei vielen, über die eigentliche Jahreszeit hinaus zurückbehaltenen Lebensmitteln im allgemeinen eine Preissteigerung eintritt. Der Spekulation ist daher bei geeigneter Benutzung der Kühlhäuser manches Thor geöffnet. Jene Nahrungsmittel, welche monate- oder jahrelanges Lagern unbeschadet ihrer Güte vertragen, wie: Eier, Käse, Butter, Früchte, Fleisch, Fisch u. dergl., geben daher auch zu förmlichen Börsengeschäften Veranlassung, und Eier werden in grofsen Massen im Frühling und Sommer aufgekauft, sorgfältig auf ihre Güte und Lagerfähigkeit untersucht und die lagerfähigen in Kisten bis zur Herbst- und Winterzeit aufbewahrt. Es gelingt hierdurch, beim Verkauf den doppelten bis dreifachen Ankaufspreis zu erzielen. Die für das Lagern ungeeignet befundenen Eier werden in Büchsen ausgeschlagen und in diesen in Gefrierräumen aufbewahrt, wenn nicht sofort an Konditoren oder Bäcker verkauft.

Die im voraus erwartete Erhöhung der Lebensmittelpreise während der Ausstellungszeit hat beispielsweise auch spekulative Ausstellungswirte veranlasst, Fleich bereits im vergangenen Herbst in genügenden Mengen anzukaufen und bis zur diesjährigen Benutzung in Kühlhäusern aufzubewahren.

Die Temperatur der Kühlräume ist von den aufzubewahrenden Lebensmitteln abhängig und bewegt sich darnach zwischen $+\,{}^1/_2{}^0$ und $+\,4{}^1/_2{}^0$ C, und zwar für Eier und Aepfel ${}^1/_2{}^0$ C, Butter, Käse, trockene Früchte und Fische, Gemüse, Cigarren und Bier in Fässern $1{}^1/_2{}^0$ C, Trauben und Zwiebeln 2^0 C, Schweinefleisch, Hopfen, Wein in Fässern und Flaschen $4{}^1/_2{}^0$ C; in Gefrierräumen werden frisches Fleisch, Wildbret, Geflügel, Fische und in Blechbüchsen ausgeschlagene Eier aufbewahrt.

Zu den bedeutendsten Kühl- und Lagerhäusern gehören gegenwärtig die der beiden folgenden in Chicago befindlichen Gesellschaften:

Western Refrigerating Co. Die Gesellschaft besitzt 6 zu beiden Seiten der Michigan-Strafse gelegene 5 bis 7 stöckige Lagerhäuser, zu welchen teilweise bereits bestehende Geschäftshäuser umgebaut worden sind. Die Bodenfläche der Lagerräume beträgt 25200 qm und ihr Inhalt ungefähr 95000 cbm. Mit sämtlichen Lagerhäusern ist eine Kühlanlage von 2 Lindeschen Kompressionsmaschinen mit 4 Kompressoren für zusammen 200 t Eisersatz verbunden. Im Laufe dieses Jahres wird noch eine dritte Maschine für 100 t Eisersatz aufgestellt werden.

Sämtliche Kühlräume sind mit Salzlösung gekühlt, welche mit $-\,8^0$ C aus dem Maschinenraum ab- und mit $-\,6{,}5^0$ C wieder zurückfliefst. An die 150 mm weiten Hauptleitungen der Salzlösung, welche senkrecht durch die Gebäude hindurchgehen, schliefsen sich in den einzelnen Stockwerken 65 mm weite wagerechte Leitungen an, von denen aus die Abzweigung nach den 32 mm weiten Kühlröhren der zu kühlenden Räume erfolgt.

Für solche Nahrungsmittel, welche bis zum Eintritt günstiger Verkaufsbedingungen aufgestapelt werden, wie: Eier, Butter, Käse, Früchte und dergl., sind ganze Gebäude allein erforderlich. Im letzten Jahre wurden beispielsweise nicht weniger als 65 Millionen Eier in 192450 Kisten gelagert.

Bei einem Einkaufspreis von 10 bis 12 Cts. für 1 Dutzend Eier steigert sich im Winter der Verkaufspreis auf das 2 bis $2{}^1/_2$ fache. Die Lagerkosten betragen 60 Cts. für jede Kiste.

Die nächstgrofse gleichartige Unternehmung ist diejenige der Produce Cold Storage Exchange, Chicago, welche eine besonders vorteilhafte Lage dadurch besitzt, dass die Lagerhäuser am Westufer des Chicago-Flusses liegen und aufserdem Eisenbahnanschluss haben. Gegenwärtig sind 90 Lagerräume eines 6 stöckigen und eines 12 stöckigen Gebäudes mit einem Gesamtlagerraum von 25900 cbm in Betrieb. Beide Lagerhäuser sind feuersicher in Stahl und Stein gebaut und mit elektrischer Beleuchtung ausgestattet. Nach Eintritt der infolge des günstigen Verkehrsanschlusses zu erwartenden steigenden Anforderungen an die Lagerfähigkeit ist eine Erweiterung der beiden Lagerhäuser auf gleiche Gröfse bis zu einem Gesamtinhalt von 85000 cbm beabsichtigt.

Die Lagerfähigkeit beträgt gegenwärtig 45 Millionen Eier, 135000 kg Butter, 135000 kg Käse und 5900000 kg Aepfel.

Die Kälte wird aber nicht nur dazu benutzt, den Handel mit Lebensmitteln vor den durch Verderb entstehenden wirtschaftlichen Schäden zu bewahren, sondern auch dem Konsumenten werden die Vorteile der Kälte zur Erhaltung geringerer oder gröfserer Lebensmittelvorräte in verschiedener Weise bereits zugänglich gemacht. Grofse Hotels und Restaurants besitzen neben ihren sonstigen maschinellen Einrichtungen für elektrische Beleuchtung, Aufzugsbetrieb, Wasserversorgung, Heizung und dergl. auch kleine Kältemaschinenanlagen, welche durch unmittelbare Expansion des Ammoniaks in Kühlröhren die Lagerräume kühlen und gewöhnlich auch für Eiserzeugung eingerichtet sind.

So besitzen beispielsweise das Waldorf- und das Murray Hill-Hotel, New York, sowie das Iroquois Hotel, Buffalo, je eine Kältemaschine für 9 t täglichen Eisersatz, das Plazza-Hotel, New York, 2 Kältemaschinen für zusammen 17 t Eisersatz.

Auch für Mietshäuser werden neuerdings gleiche Einrichtungen geschaffen, indem jede einzelne Wohnung eine mittels Ammoniakröhren gekühlte Speisekammer erhält; aufserdem wird auch das zu Trinkzwecken nötige Eis von der Kältemaschinenanlage geliefert. In Chicago besitzt beispielsweise das Groveland Apartment Building mit 8 Stockwerken für 56 Wohnungen eine 10 t-Kältemaschine der Hercules Iron Works, ebenso das Mecca Apartment Building und das Fairfax Apartment Building eine 6 t-Kältemaschine.

Zentralisirte Kälteverteilung.

Was nun die Kälteverteilung von einer Zentrale an beliebige Abnehmer anbetrifft, so ist in dieser Richtung der Anfang bereits in zwei Anlagen in St. Louis und Denver, Col., gemacht. Die Schwierigkeit, Kälte in einfacher und für die Abgabe zweckmäfsiger Form zu verteilen, hat offenbar davon abgehalten, ihre Vorteile dem kleinen Bedarf schon früher verfügbar zu machen. In genannten Städten sind seit 3 bezw. 4 Jahren Kälteverteilungsanlagen in Betrieb, ausgeführt von der Consolidated Refrigerating Co. of New York.

Die Kälteabgabe erfolgt nach dem System der »direct expansion«, indem von der Zentrale aus flüssiges Ammoniak den zu kühlenden Räumen zugeführt und in Kühlröhren zur Verdampfung gebracht, dagegen die Ammoniakdämpfe durch besondere Leitungen nach der Zentralstation zurückgeführt werden. Das Verteilungsrohrnetz besteht daher aus einer Ammoniakflüssigkeits- und einer Ammoniakdampfleitung; dazu kommt noch eine dritte sogen. Vakuumleitung, durch welche jede der Hauptleitungen im Falle von Reparaturen und dergl. im Bedarfsfalle ganz oder teilweise ausgesogen werden kann.

In der Zentrale sind Absorptionsmaschinen angewandt, welche für die Betriebsverhältnisse der Kälteverteilung für geeigneter erachtet werden als Kompressionsmaschinen, namentlich in Rücksicht auf die möglichen starken Schwankungen im Ammoniak- bezw. Kältebedarf, welche den Betrieb der

Absorptionsmaschinen wegen ihrer grofsen Ammoniakbehälter weniger empfindlich beeinflussen.

Ein besonderer Vorzug dieser Kälteverteilung durch Ammoniakflüssigkeit besteht darin, dass beliebige Temperaturgrade der zu kühlenden Räume durch schwächere oder stärkere Drosselung der überströmenden Flüssigkeit mittels eines einfachen Regulirhahnes erzielt werden können.

Ausgiebigen Gebrauch haben bis jetzt die Fleischhändler in ihren Lagerräumen, Restaurants und Hotels in Küchen, Kellern und Eisschränken gemacht. Dass die Umständlichkeiten und Unreinlichkeiten, welche mit dem vorher zur Kühlung benutzten Eis verbunden waren, fortfallen und die Temperatur der Kühlräume leicht und einfach geregelt werden kann, wird als besonders wertvoll empfunden.

In St. Louis hat man probeweise auch Bierlokale im Sommer durch solche Kühlröhren zu kühlen versucht. Es liegt dabei der Anlage der Gedanke zu grunde, im Winter dieselben Leitungsröhren zur Heizung zu benutzen. Auch die Befriedigung geringen oder nur vorübergehenden Eisbedarfes lässt sich einfach durch Anordnung eines Wasserbehälters erreichen, durch welchen einige Ammoniakspiralen geleitet werden.

Die bis jetzt vorhandenen Einrichtungen zur Kälteverteilung leiden zwar im ganzen an einer gewissen Rohheit und Unvollkommenheit; doch ist nicht zu bezweifeln, dass die Kälteverteilung im allgemeinen in anbetracht des durch die klimatischen Verhältnisse und durch die umständlichere Lebensmittelbeschaffung in Grofsstädten ausgesprochenen Bedürfnisses nach künstlicher Kälte einer grofsartigen Entwicklung entgegengeht.

Kältemaschinenanlagen der Ausstellung.

Die Ausstellung giebt kein übersichtliches und vollständiges Bild der verschiedenen Kältemaschinen. In der Maschinenhalle ist nur eine Kältemaschine der Delavergne Co., New York, für 150 t Eisersatz und eine solche der Frick Co., Waynesborro, für $10^1/_2$ t ausgestellt. Dagegen bieten 3 Kältemaschinenanlagen ein hervorragendes Interesse, weil in diesen die verschiedenen Verwendungsgebiete der künstlichen Kälte in übersichtlicher und allgemein zugänglicher Weise veranschaulicht sind.

Bei einer mutmafslichen mittleren täglichen Besucherzahl der Ausstellung von 175000 spielte für den Ausstellungsvorstand die Frage nach einer zweckmäfsigen Nahrungsmittelversorgung und -Aufbewahrung, sowie ausreichender Eisbeschaffung eine wichtige Rolle. Für die zahlreichen Speiseanstalten, Restaurants, Bierschänken und Verkäufer der amerikanischen »drinks« und dergl. ist daher westlich vom Verwaltungsgebäude eine Anlage errichtet, welche ein Eiswerk für 80 t tägliche Eiserzeugung, einen Lagerraum für 1500 t Eis, sowie Kühllagerräume von 19800 cbm in einem Gebäude vereinigt. Dieses bedeckt eine Oberfläche von 40×85 m, und ist 5 Stockwerke hoch, mit einem in der Mitte befindlichen 52 m hohen Aussichtsturm, welcher den Blechkamin der Kältemaschinenanlage künstlerisch verkleidet.

Für den Betrieb der ganzen Anlage dienen drei 125 t-Kältemaschinen der Hercules Iron Works, Chicago, aufserdem Dynamomaschinen für die elektrische Beleuchtung und den Betrieb von Personen- und Frachtaufzügen. Eine Kesselanlage für 800 PS liefert den Betriebsdampf.

Da die Einrichtungen des ganzen Gebäudes dem Publikum frei zugänglich sind, so ist durch möglichste Mannigfaltigkeit die Besichtigung besonders wertvoll zu machen versucht.

Die Eiserzeugung erfolgt daher auf 3 verschiedene durch die Erfahrung erprobte Arten, und ebenso sind für die Kühlung der Lagerräume 3 verschiedene praktisch wichtige Systeme in Anwendung gebracht. Es wird Platteneis aus filtrirtem Wasser, Eisblöcke von kondensirtem, gereinigtem und filtrirtem Dampf, und Eisblöcke aus entlüftetem Trinkwasser hergestellt, auf ersterem Wege etwa 10 t, auf den beiden letzteren etwa 80 bis 90 t täglich.

Für Kühlung der Lagerräume wird sowohl Salzlösung als auch unmittelbar Ammoniak verwendet, und aufserdem wird in letzterem Falle teilweise die Luft in besonderen Kammern, in welchen die Ammoniakröhren liegen, gekühlt und vermittels Ventilatoren den zu kühlenden Räumen zugeführt.

Um bestimmte Temperaturen der Kühlräume genau einzuhalten, sind Thermostaten angebracht, welche selbstthätig den Zufluss der kalten Luft regeln.

Die Gebäudewände sind durch doppelte Luftschichten mit Zwischenwänden aus Holz und Papier isolirt; innerhalb des Gebäudes sind die Wände aufser durch eine Luftschicht noch durch eine Schicht von Mineralwolle isolirt.

Aufser diesen den Lebensbedürfnissen entsprechenden Einrichtungen befindet sich in dem Gebäude noch auf dem dritten Stockwerk eine künstliche Schlittschuhbahn.

Die zweite wichtige Kältemaschinenanlage der Ausstellung ist diejenige, welche zur Beschaffung kühlen, erfrischenden Trinkwassers dient.

Neben der Temperatur war aber vor allen Dingen auf Güte und Reinheit des Wassers Rücksicht zu nehmen, weshalb die Verwendung des aus dem Michigan-See entnommenen Wassers der städtischen Wasserleitung von vornherein ausgeschlossen war.

Vielmehr musste zur Trinkwasserversorgung das in Chicago seit langem sehr geschätzte und teuer bezahlte Wasser der Waukesha Mineral Spring Water Co. verwendet werden, das von Waukesha, einem 170 km nördlich von Chicago gelegenen Landaufenthaltsort, in einer 150 mm weiten Rohrleitung durch Chicago nach dem Ausstellungsplatz geleitet und durch 64 km lange Haupt- und Zweigleitungen nach etwa 300 Trinkwasserstellen verteilt wird. Die Gebäudeanschlussleitungen betragen aufserdem noch rd. 47300 m. Die Wasserversorgung der Ausstellung besitzt hiernach das gröfste für gleiche Zwecke je ausgeführte Leitungsnetz mit engen Röhren.

In der Zuleitung besitzt das Wasser einen Druck von 7 kg/qcm, für dessen gleichmäfsige Wirkung im Leitungsnetz ein Standrohr von 76 mm Dmr. in dem Verwaltungsgebäude der Ausstellung angelegt ist. Bevor jedoch das Wasser in der Ausstellung zur Verteilung kommt, wird es künstlich in einer Kältemaschinenstation des hinter dem Verkehrsgebäude gelegenen Pavillons der Waukesha Hygeia Mineral Spring Water Co. gekühlt. Diese Kühlanlage besteht aus einer Lindeschen Ammoniakkompressionsmaschine mit 325 mm Kompressorcylinderdmr. und 540 mm Hub, welche mittels zweier Verdampfer 227 cbm Wasser von 21° C auf 3° C innerhalb 16 Stunden zu kühlen hat.

Die hohe Anfangstemperatur des Wassers wird durch die Wärmeaufnahme in der engen und 170 km langen Zuleitung hervorgerufen.

Um aber auch an Stellen geringeren Wasserverbrauches eine teilweise Erwärmung des Wassers zu verhindern und möglichst gleichmäfsige Wassertemperatur zu sichern, ist für beständigen Umlauf des Wassers im Leitungsnetz und durch die Kälteanlage dadurch Sorge getragen, dass neben die Hauptleitung eine Niederdruckrückleitung gelegt ist. Diese beiden Leitungen sind an den Wasserentnahmestellen vor dem Ausflusshahn vermittels eines gedrosselten Ueberlaufhahnes in beständiger Verbindung, sodass das Wasser nirgends stillstehen und sich erwärmen kann.

Die Wasserabgabe an das Publikum erfolgt teils durch Automaten, von welchem es für 1 Cent das Glas zu beziehen ist, teils durch gröfsere Verkaufsbuden.

Die dritte Verwendung künstlicher Kälte im gröfseren Mafsstabe findet in der Midway Plaisance für Vergnügungszwecke statt, und zwar in der von der Delavergne Refrigerating Mach. Co. in New York angelegten Eisbahn, die den bekannten Rutschbahnen ähnelt. 2 Delavergne-Kältemaschinen von einer 50 und 65 t Eisersatz entsprechenden Leistung sorgen für Erhaltung der die Fahrbahn bildenden Eisschicht.

M. F. Gutermuth.

Studien über Wasserkräfte in Amerika.

Nach der Summe dessen zu schliefsen, was man über Ausnutzung grofser Wasserkräfte in Amerika gehört und gelesen, hätte man meinen sollen, dass die Weltausstellung in Chicago auch über die Mittel, mit denen dies geschieht, d. h. über Turbinen und Wasserräder, Hervorragendes bieten würde. Die Ausstellung ist indessen in dieser Beziehung nur schwach beschickt. Nur 5 amerikanische Firmen sind mit verhältnismäfsig kleinen Ausführungen vertreten, die zwar den in Amerika vorherrschenden Typus der Turbinen vollständig charakterisiren, aber doch auf die in grofsartigem Mafsstabe planmäfsig durchgeführten Ausnutzungen der grofsen Wasserkräfte nicht zurückschliefsen lassen. Freilich sind dabei in den weitaus meisten Fällen nicht die Turbinen selbst der mafsgebende Faktor, sondern die örtlichen Verhältnisse, und damit in Zusammenhang die oft enorme Summen und eine jahrelange Arbeitskraft in Anspruch nehmenden Wasserbauten. Der Konstruktion und dem Einbau der Turbinen müssen diese wichtigen Arbeiten vorangehen. Sie sind es, an welche die Ertrags- und damit die Lebensfähigkeit der ganzen Anlage geknüpft ist, ohne welche die gröfsten Wasserkräfte brach liegen bleiben müssen, nicht aber die — einige wenige Prozente mehr oder weniger Nutzeffekt gebenden — Turbinen. Die Turbine bildet den Schlussstein, der sich freilich organisch einfügen muss; es werden sich jedoch für jede Anlage gewiss mehrere Lösungen finden lassen, die die Ausnutzung der gegebenen Verhältnisse in gleicher, oder doch in nahezu gleich guter Weise möglich machen. Es soll daher hier auch den allgemeinen Bedingungen und der Art und Weise, wie die Wasserkräfte in Amerika ausgenutzt werden, ein breiterer Raum gewidmet und erst zum Schlusse auf die einzelnen Turbinenkonstruktionen und deren Eigentümlichkeiten zurückgekommen werden.

Die Aufmerksamkeit der den Norden Amerikas durchziehenden Pioniere ist schon frühzeitig auf die grofsen und meist aufserordentlich günstig liegenden Wasserkräfte gelenkt worden, welche in den aus dem Norden und dem Inneren Amerikas kommenden grofsen Flüssen und Strömen zu finden sind. In mächtigen Abstufungen die Höhenunterschiede überwindend, wälzen sich ungeheure Wassermengen dem Meere zu. Dadurch, dass eine grofse Zahl von Seen Vorratskammern von bedeutendem Umfange bildet, erhalten die Wasserläufe inbezug auf Wassermenge und Gefällhöhe eine Gleichförmigkeit, wie sie selten anderswo gefunden wird und für die Ausnutzung zu gewerblichen Zwecken äufserst wertvoll ist. Dazu kommt, dass die Gefällverhältnisse, die steinigen Ufer und felsigen Flussbettformationen die Benutzung der grofsen Flüsse in ihrem Oberlaufe für die Schiffahrt nicht gestatten, dass daher auch kein Hindernis besteht, durch grofse Wehranlagen die Wässer einzudämmen, in Kanäle zu leiten und in vollem Umfange auszunutzen.

Die schnell wachsenden Industrien, dabei der Mangel an menschlichen Arbeitskräften und die dadurch bedingten hohen Löhne haben diese Bestrebungen in erheblichem Mafse beschleunigt, und so kommt es, dass bereits in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts die Anfänge zu gröfseren Wasserbauten zu finden sind, die sich im Laufe der Zeit bedeutend vermehrt und erweitert haben. Um diese natürlichen Kraftquellen haben sich zuerst grofse Fabriken gruppirt, die mit vielen Tausenden von Pferdestärken arbeiten, und aus den Ansiedelungen der Arbeiter sind in wenigen Jahrzehnten grofse Städte geworden, deren Bewohnerzahl heute nach Hunderttausenden zählt.

Hervorragende Verdienste um die Ausnutzung grofser Wasserkräfte in Amerika hat sich der bekannte Forscher und Turbinenkonstrukteur James B. Francis erworben, welcher schon zu Ende der 30er Jahre dieses Jahrhunderts mit weitblickendem Scharfsinn die Bedeutung der schlummernden Kräfte erkannte und mit unermüdlichem Fleifse daran ging, deren rationelle Ausnutzung auf theoretischer Grundlage zu erzielen. Die zahlreichen Versuchszahlen und Erfahrungsresultate, welche Francis durch mühevolle Experimente in Lowell an den Wasserfällen des Merrimack River festgestellt hat (Lowell Hydraulic Experiments), sind noch heute das wertvollste Material und bilden die Grundlage, nach welcher in Amerika fast ausnahmslos Wasserkräfte beurteilt werden. Francis hat im Laufe der Jahre mehr oder weniger Einfluss gewonnen auf die gröfste Zahl der heutzutage ausgenutzten Wasserkräfte, und sein Rat und seine Hilfe sind bis in sein hohes Alter und bis zu seinem vor 2 Jahren erfolgten Tod in zahllosen Fällen in Anspruch genommen worden.

Jene Anlagen, auf welche Francis schon in den ersten Anfängen mafsgebenden Einfluss nehmen konnte, zeigen Einheitlichkeit, Klarheit und Zweckmäfsigkeit in der Anordnung, welche auch die Kritik der neuen Zeit nicht zu scheuen hat. Es ist dies namentlich bei den älteren Anlagen im Osten der Fall. Nicht immer jedoch ist eine solche Lösung von vornherein möglich gewesen. Aus kleinen Anfängen hat sich manches entwickelt. Bestehende Rechte mussten geschont und berücksichtigt werden, und auch die finanziellen und technischen Mittel sind im Anfange nur selten in jenem Mafse vorhanden gewesen, wie sie heute industriellen Unternehmungen, die Nutzen versprechen, zu gebote stehen. Aber auch Schwierigkeiten aus örtlichen Verhältnissen waren von Einfluss, und so zeigen heutzutage manche Anlagen scheinbar eine gewisse Zerfahrenheit, die auf den ersten Blick einen ungünstigen Eindruck machen würde, wenn man nicht bei solchen Werken die Art und Weise des Entstehens bei der Beurteilung mit im Auge hätte.

Ein Beispiel der letzteren Art, welches hier etwas ausführlicher behandelt werden soll, bieten die St. Anthony-Fälle des oberen Mississippi bei Minneapolis in Minnesota, welchen die bedeutendste Mühlenstadt Amerikas ihre Entstehung zu verdanken hat.

Der erste Europäer, welcher (1680) die St. Anthony-Fälle gesehen, beschrieben und ihnen den Namen gegeben

hat, war der Jesuitenmissionar Hennepin. Die Fälle lagen damals, wie das sie umgebende Land, in wegloser Wildnis. Erst im Jahre 1819 hat die Regierung der Ver. Staaten die Fälle in Besitz genommen und 1825 die ersten Versuche gemacht, die Wasserkräfte auszunutzen, indem eine primitive Sägemühle erbaut wurde, die mit hölzernem Wasserrad wenige Fuſs Gefälle benutzte. Wenn diese Anlage auch bald verfiel und heute spurlos verschwunden ist, so dürften doch aus dieser Zeit die ersten Ansiedelungen stammen und darauf die Gründung der Stadt Minneapolis zurückzuführen sein.

Erst im Jahre 1848 bemächtigte sich die Privatspekulation der Wasserkräfte. F. Steele erbaute an der Ostseite des Flusses die erste Wehranlage und errichtete 4 Sägemühlen, welche Zahl bald auf 7 stieg. Eine Bostoner Gesellschaft kaufte die ganze Anlage bald darauf für den geringen Betrag von 5000 $. Steele jedoch ging an die Westseite des Flusses und errichtete zusammen mit Rogers im Jahre 1851 die erste Mahlmühle, welche anfänglich nur aus 2 Mahlgängen bestand, sich aber rasch erweiterte.

Bald wurden unternehmungslustige Leute auf die günstige Lage der Wasserkraft aufmerksam; sie traten mit Steele in Unterhandlungen, und diese führten 1856 zur Gründung zweier Gesellschaften, der St. Anthony Falls Water Power Co. an der Ostseite und der Minneapolis Mills Co. an der Westseite des Flusses, welche sich in die gesamte Wasserkraft teilten und von der Regierung mit Privilegien ausgestattet wurden.

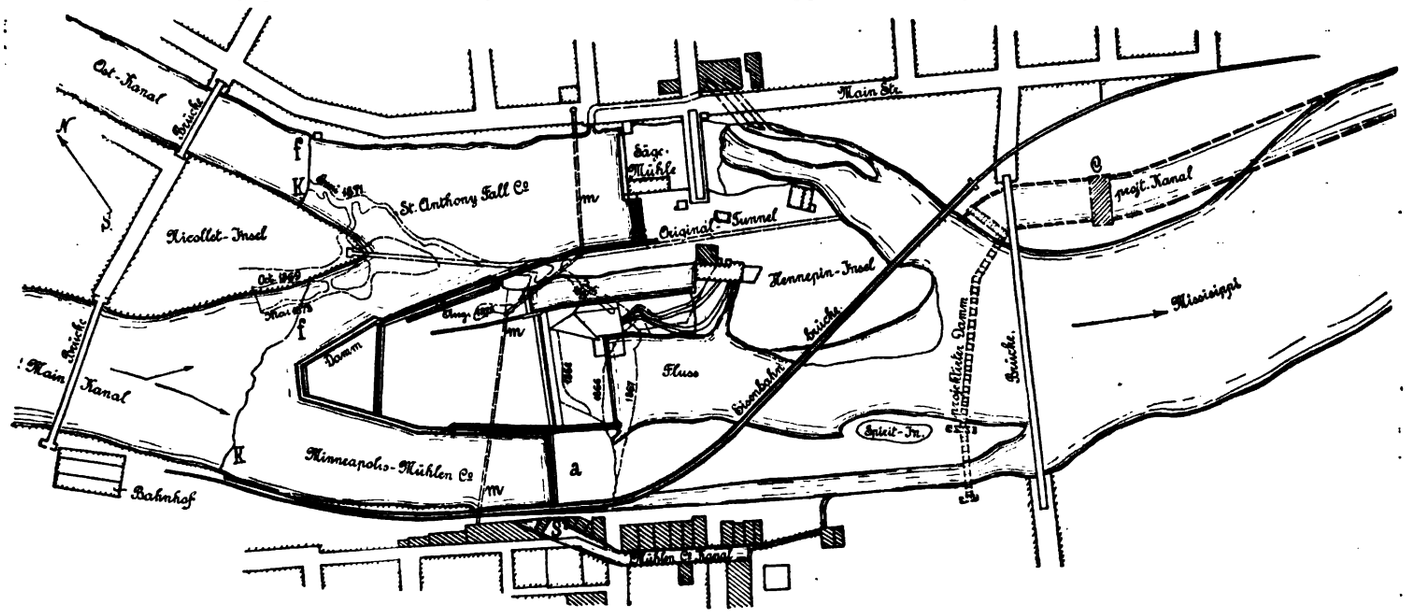
Die Gesellschaften verfügten naturgemäſs über gröſsere Mittel und nahmen bald den Bau eines groſsen Stauwehres in Angriff, das 1858 vollendet, bald aber durch Hochwasser zerstört wurde. Zu gleicher Zeit wurde an der Westseite die erste gröſsere Mahlmühle (Kataraktmühle) gebaut, welche noch heute erhalten ist. 1862 kamen gröſsere Sägemühlen dazu, mit deren Anlage sich auch Francis beschäftigt hat, und deren Fundamente (in Fig. 73 bei *a*) noch erhalten sind. Auch die damals angelegten Turbinen stecken noch im Grunde, während die Gebäude durch Feuer zerstört und nicht wieder erneuert worden sind.

Gegen Ende der 60er Jahre nahm die Mühlenindustrie, ebenso wie in Europa, einen bedeutenden Aufschwung. Männer wie Washburn und Pillsbury haben an beiden Ufern des Flusses groſse Mühlen erbaut, und immer mehr und mehr Wasser wurde ihnen dienstbar gemacht. Dabei war jedoch die Ausnutzung des Gefälles noch eine sehr mangelhafte, indem von den thatsächlich vorhandenen $50' = 15{,}25$ m nur $14' = 4{,}27$ m verwendet wurden.

Die Wasserkraftgesellschaften hatten um diese Zeit mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, welche durch die Bodenbeschaffenheit bedingt wurden. Die eigenen Mittel reichten dazu nicht aus, und Staat und Stadt sind hilfreich

Fig. 73.

Lageplan der St. Anthony-Fälle des oberen Mississippi bei Minneapolis. Maſsstab 1 : 8600.



beigetreten, um der mächtig emporblühenden Industrie die Kraftquellen zu sichern und dadurch den Lebensnerv zu erhalten.

Um diese Verhältnisse einigermaſsen beurteilen zu können, ist es notwendig, der örtlichen Bodenbeschaffenheit einige Beobachtung zu widmen.

Unter einer bis zu 2,5 m dicken Schicht, bestehend aus Erde, Kies und Gerölle, zieht sich einige Kilometer breit und etwa 17 km lang ein fast wagerecht liegendes Kalksteinflötz unterhalb Stadt und Fluss stromabwärts, bis zu der nahe gelegenen Stadt St. Paul. Der Kalkstein ist blaugrau, sehr hart, an den mächtigsten Stellen bis 7 m dick und läuft nach den Rändern des Lagers hin dünner aus, so, als hätte er eine flache groſse Mulde zu füllen. Der obere nordwestliche Rand liegt innerhalb des Stadtgebietes und ist in Fig. 73 durch die Linie Kf bemerkbar gemacht. Unterhalb der Kalksteinplatte und aufserhalb derselben unmittelbar unter dem Erdboden befindet sich zuerst eine nur etwa 150 mm dicke Thonschicht, welche nach abwärts immer sandiger wird, bis sie bei etwa 300 mm Dicke in einen weifsen Sandstein übergeht, welcher bis 45 m mächtig und so weich ist, dass er mit der Hand leicht zu reinem Quarzsand zerrieben werden kann. In nicht ganz der halben Tiefe ist der Sandstein stark wasserführend und hat vollständig loses Gefüge.

Die Flusssohle oberhalb der Linie Kf ist aus dem erwähnten weichen Sandstein gebildet; unterhalb derselben tritt das Wasser auf die harte Kalksteinschicht über und ist darauf ehemals zweifellos 17 km weit abwärts bis in die Nähe von St. Paul gelaufen. An der Stelle, wo das Wasser den harten Kalkstein verliefs und den wieder zu Tage tretenden weichen Sandstein antraf, wurde letzterer bald tief ausgewaschen, fortgespült, und ein tiefes Flussbett ausgegraben; so entstanden vor Urzeiten die ersten Fälle, zu welchen der harte Kalkstein die Ueberfallkante hergab.

Mit der Zeit jedoch wurde durch die fortwährende wühlende Arbeit des Wassers auch der Sandstein unter der Kalksteinschicht stark ausgewaschen und diese hohl gelegt. In mächtigen Blöcken, deren Trümmer das Flussbett einrahmen und zum teil im Strome selbst kleine Inseln bilden, ist der Kalkfelsen dann abgebrochen und abgestürzt. Das Wasser traf von neuem auf bloſsgelegte Sandsteinschichten, setzte seine zerstörende Arbeit mit rastlosem Eifer fort, und so sind seit Urzeiten die Fälle stetig stromaufwärts gerückt,

wobei das Gefälle immer gröfser, die zerstörende Kraft des Wassers immer heftiger wurde. Bei der Entdeckung im Jahre 1680 lagen die Fälle vor Spirit Island, im Jahre 1857 schon ungefähr 335 m weiter oben, und sind bis 1868 noch zu den in Fig. 73 punktirt angedeuteten Linien vorgeschritten. So lag die Gefahr dringend nahe, dass bei weiterem raschen Vordringen der Fälle bis zur Linie *Kf* schliefslich die Kalksteinschicht vollständig durchschnitten würde. In diesem Augenblick würde aber die harte Ueberfallkante verloren und der weiche Sandstein an allen Stellen blofsgelegt worden sein. In ganz unberechenbarer Weise würde sich der Flusslauf geändert haben. Der grofse Höhenunterschied, der jetzt auf eine nur sehr kurze Strecke zusammengedrängt ist, würde sich wahrscheinlich auf eine lange Strecke stromaufwärts verteilt haben, was mit einem Verluste der Fälle für die Stadt gleichbedeutend gewesen wäre.

Diese Gefahr wurde noch durch einen Umstand vergröfsert, welcher leicht ein vollständiges Unterwaschen der noch übrigen Kalksteinschichten hätte zur Folge haben können.

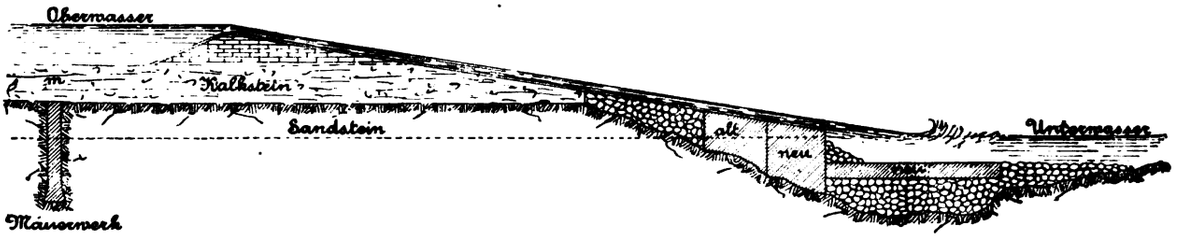
Im Jahre 1868 wurde nämlich der Versuch gemacht, von der Hennepin-Insel ausgehend einen Unterwassertunnel stromaufwärts zu graben, ihn (Originaltunnel in Fig. 73) auf der Nicollet-Insel endigen zu lassen und dort, in ähnlicher Weise, wie es jetzt bei den Niagarafällen geschieht, in senkrechten Schächten Turbinen anzulegen und gewerbliche Anlagen zu errichten. Man hätte auf diese Weise das ganze vorhandene Gefälle von etwa 17 m ausnutzen können.

Obwohl an der Stelle, wo der Tunnel unterhalb der Nicollet-Insel endigte, noch Kalksteinschicht vorhanden ist, erfolgte doch, kurz nachdem diese Stelle erreicht war, ein Durchbruch des Wassers, welchem in kurzen Zeiträumen mehrere folgten (in Fig. 73 punktirt), sodass die Arbeit schleunigst eingestellt und der Tunnel gedichtet werden musste. Die Gefahr des Durchwaschens war damit aufs Höchste gestiegen, und in diesem kritischen Augenblick haben sich Staat und Stadt rasch geeinigt und mit Aufwendung grofser Mittel Abhilfe geschaffen.

Zu diesem Zwecke wurde an den Stellen *mm*, Fig. 73 und 74, unterhalb der Kalksteinschicht und bis dicht an diese heran eine 1,525 m dicke und etwa 12 m tiefe Mauer in solidem Zementmauerwerk ausgeführt, in den Sandstein eingebettet und dadurch eine Abdichtung zwischen Ober- und Unterwasser gebildet. Die verschiedenen Auskolkungen wurden, so gut es ging, ausgefüllt. Oberhalb wurde auf den

Fig. 74.

Querschnitt durch das Wehr. Mafsstab 1 : 1000.



Kalkstein im Flussbett eine hölzerne Dammkrone aufgesetzt und diese in flacher Böschung nach dem Unterwasser hin fortgesetzt, s. Fig. 74. Das Flussbett am Ende der Dammkrone ist durch Steinwürfe und Ausfüllung mit Zementbetonblöcken gesichert und so weiteren Auswaschungen an allen Stellen wirksam vorgebeugt. Diese Arbeiten wurden 1877 beendet und haben zusammen 950000 $ gekostet, von welchen die Stadt etwa $^1/_3$ beigetragen hat.

So gefahrvoll der weiche Sandstein dem Bestande der Fälle auch hätte werden können (und vielleicht doch noch werden kann), ebenso vorteilhaft erwies er sich später bei der rationellen Ausnutzung des gesamten Gefälles. Wie erwähnt, wurden anfangs etwa nur 4,27 m ausgenutzt. Vom Oberwasserkanal, der etwa 3,66 m tief in den harten Kalksteinfelsen gesprengt, dann überdeckt ist und zur Fahrstrafse verwendet wird, lief das Wasser den nur wenig tieferliegenden Turbinen zu und floss dann fast wagerecht ab, den Rest des Gefälles verloren gebend.

Erst im Jahre 1873 wurden, vom Unterwasser ausgehend, zwei wagerechte Tunnel fast senkrecht zum Flusslauf in den Sandstein getrieben und in senkrechten Schächten, welche auch den Kalkstein durchbrechen (wie man das 1868 schon erzielen wollte), Turbinen aufgestellt und vom Oberwassergraben gespeist. Dieses Vorgehen erwies sich als vortrefflich, und es wurde daher später 1879 von dem Ingenieur der Gesellschaft W. de la Barre in grofsartigem Umfange ausgebildet und damit der Gesellschaft neue Einnahmequellen eröffnet. Bis zu den entferntest liegenden Mühlen sind solche Tunnel getrieben und dadurch die gesamte Wassermenge in Dienst gestellt. Da zu gleicher Zeit aber auch ein eigener Unterwassergraben hergestellt und bedeutend ausgetieft worden ist, konnte auch die vorhandene Gefällhöhe, und damit die gesamte Wasserkraft in vollem Umfange ausgenutzt werden. Die am weitesten oberhalb liegenden Mühlen haben 12,2 m, die am weitesten abwärts liegenden 15,5 m Gefälle zur Verfügung.

Da der Mississippi unterhalb Spirit Island noch sehr starkes Gefälle besitzt, und am östlichen Ufer der Wasserkraftgesellschaft noch Ländereien zur Verfügung stehen, anderseits die Nachfrage nach Wasserkraft zu lohnenden Preisen vorhanden ist, ist in neuester Zeit der Plan aufgetaucht, unterhalb Spirit Island eine neues Wehr zu erbauen und einen etwa 55 m breiten Graben anzulegen, an welchem dann bei der in der Fig. 73 angedeuteten Stelle *C* eine zentrale Kraftquelle geschaffen werden soll. Man will es den Abnehmern selbst überlassen, auf welche Weise sie die Kraft aus dem zentralen Turbinenhause ableiten wollen, wahrscheinlich jedoch ist es, dass die Stadt Minneapolis ihre Strafsenbeleuchtung zentralisiren und elektrisch durchführen wird, und dass die Strafsenbahngesellschaften, welche ausschliefslich elektrischen Betrieb haben, sich eine neue Zentralstelle schaffen werden.

Das Treiben der Tunnel in dem weichen Sandstein ist vom Unterwasser aus ganz gefahrlos und leicht durchzuführen. Das aus der durchlässigen Sandsteinschicht nachdringende Wasser braucht nicht durch Pumpen (was gefährlich ist) beseitigt zu werden. Die Tunnel werden in der dem Wasserablauf entsprechenden Breite (gewöhnlich 4 bis 5 m) so hoch gemacht, dass ihre obere Decke von der auf dem Sandstein liegenden harten Kalksteinschicht gebildet wird und eine Unterstützung nicht nötig hat. Damit das Unterwasser die Sohle der Tunnel nicht auswaschen kann, ist diese durchweg mit starker Holzzimmerung ausgelegt. Auch die Seitenwände sind bis auf halbe Höhe der Tunnel entweder ausgemauert oder mit Holz bekleidet. Die Tunnel sind sämtlich befahrbar, und ihre Beschaffenheit wird beständig überwacht. Die Kosten für Herstellung eines Tunnels von $15' = 4{,}57$ m Breite und $20' = 6{,}10$ m Höhe beliefen sich einschliefslich Holzverkleidung auf 12 $, mit Ausmauerung auf 20 $ für $1' = 275$ ℳ für 1 m.

Aus der Fig. 75 ist die Lage der sämtlichen Mühlen an der Westseite des Flusses, des Ober- und Unterwassergrabens und der sämtlichen Tunnel zu ersehen. Die Lage der Turbinen am Ende der längeren Tunnel ist durch Punkte bezeichnet. Es ist dabei zu erwähnen, dass die Columbia- und Occidental-Mühlen ihre Turbinen innerhalb der Basseth-Sägemühle zu liegen haben und die Kraft durch längere Wellenleitung übertragen.

Quer vor dem Oberwasserkanal sind bei *S*, Fig. 75, die Einlaufschützen angebracht. Es sind deren 14 vorhanden von je 2,44 m Breite, vor welchen das Wasser normal 3,66 m hoch steht. Die Schützen sind aus Eichenholz von 250 mm Dicke hergestellt und mit Eisen beschlagen. Das gesamte Mauerwerk ist aus Granit. Die Bewegung der Schützen erfolgt mittels 2 Zahnstangen, in welche je ein Windewerk eingreift, das entweder mit der Hand oder auch maschinell betrieben werden kann.

Zu letzterem Zwecke ist im Schützenhaus eine kleine Dampfmaschine mit Kessel aufgestellt, welche mittels Kreisseiltriebes [1]) sämtliche Schützen zu gleicher Zeit bedienen kann. Jede Antriebsseilscheibe für die einzelnen Schützenwinden ist mit einer Reibungskupplung versehen, und es kann dadurch die betreffende Winde ausgeschaltet und mit der Hand bedient werden. Im Winter wird der Dampfkessel zum Heizen des Schützenhauses benutzt, um Eisbildung an den Schützen nach Möglichkeit zu verhüten und deren Bedienung zu erleichtern.

Nachdem im Laufe der Zeit im Innern der beiden genannten Gesellschaften sich mehrfache Veränderungen vollzogen hatten, wurden sie im Jahre 1889 zu einer einzigen grofsen Gesellschaft zusammengefasst, welche den Namen »Pillsbury-Washburn Flour Mill Co.« trägt und mit englischem Kapital (1040000 $) gegründet ist. Diese Gesellschaft verfügt somit über die gesamte Wasserkraft des Mississippi, führt jedoch die Verwaltung des östlichen und westlichen Teiles derselben nach wie vor getrennt, wenn auch nach gleichen Grundregeln. Die ältesten Besitzer von Anteilen sind der neuen Gesellschaft nur mehr dem Namen nach beigetreten, insofern, als die Gesellschaft für sie auf immerwährende Zeiten eine gewisse Wasserkraft frei zu liefern hat. Das Aktienkapital ist also eigentlich um den effektiven Wert dieser Anteile kleiner, was bei Schätzung des Wertes der gesamten Wasserkraft berücksichtigt werden muss.

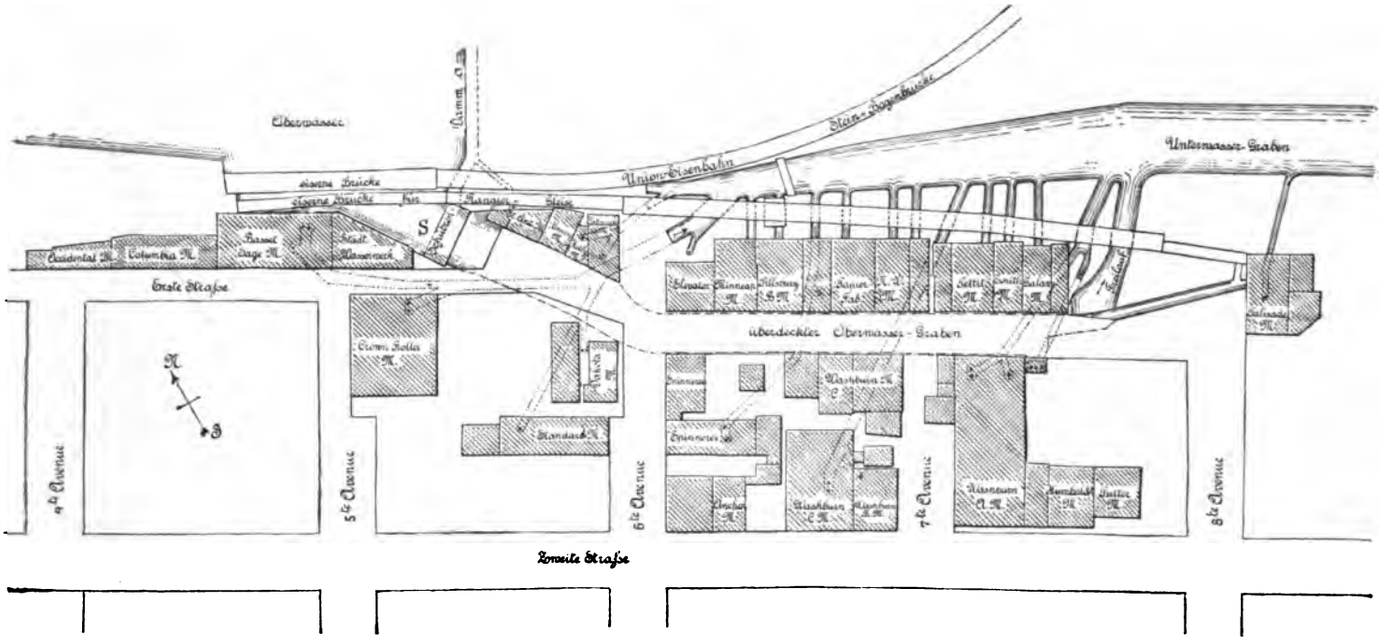
Als Einheit für die zu liefernde Kraft ist eine Arbeitsgröfse angenommen, welche durch 30 Kubikfufs Wasser pro Sekunde bei 22′ Fallhöhe dargestellt und »Millpower« genannt wird. Sie entspricht 75,95 PS zu 75 mkg/sek.

Die Preise, welche für diese Einheit bezahlt werden, sind sehr ungleich, und dies ist darauf zurückzuführen, dass bei Gründung der neuen Gesellschaft alte bestehende Verträge berücksichtigt und deren Grundpreise beibehalten werden

[1]) Z. 1892 S. 593 und 870.

Fig. 75.

Lageplan der Mühlen in Minneapolis. Mafsstab 1 : 3000.



mussten. So kommt es, dass die Besitzer der ältesten Verträge für 1 Millpower bei täglich 24stündiger Benutzung im Jahr blofs 100 $, die von späteren Verträgen 500 und 750 $, und die der jüngsten 1000 $ bezahlen. Im mittel jedoch betragen die Kosten für 1 Millpower bei täglich 24stündiger Benutzung im Jahr 620 $ oder 2635 ℳ, d. i. für 1 theoret. Pferdestärke 34,7 ℳ.

Es sind aber auch solche Verträge vorhanden, welche den Abnehmern die Wasserkraft nur während 16 Stunden des Tages zusichern.

Ist Wasser im Ueberschuss vorhanden, dann gestattet die Gesellschaft den Abnehmern nach vorangehendem schriftlichem Ansuchen auf vorübergehende Zeit die Benutzung einer gröfseren Wassermenge, als vertraglich als »permanent« festgesetzt worden ist. Solche Ueberschüsse werden »Surplus« oder »Excess« genannt, und es bestehen für deren Benutzung aufserordentlich peinliche und weitschweifige Vorschriften, welche der willkürlichen Verwendung und damit der Wasserverschwendung vorbeugen sollen. Einzelnen Mühlen ist jedoch auch die Benutzung von Surplus vertraglich zugesichert. Solche Mühlen sind dann nur auf diese Ueberschüsse angewiesen und müssen mit Dampf arbeiten, wenn kein Surplus vorhanden ist.

Ein Millpower, als »Surplus« benutzt, kostet normal für alle Abnehmer, gleichgültig welchen Preis sie für »permanente« Wasserkraft bezahlen, gleich viel, und zwar für den Tag zu 24 Std. 5 $.

Beziehen mehrere Abnehmer gleichzeitig Surplus, dann erfolgt dessen Verteilung im Verhältnis der permanenten Millpowers der Abnehmer. In gleicher Weise wird auch die Bewilligung zur Benutzung zurückgezogen.

Die Abnehmer müssen sich eidlich verpflichten, nicht ohne vorangehende Anzeige und Erlaubnis mehr Wasser zu benutzen, als ihnen vertraglich zukommt oder von Fall zu Fall als Surplus bewilligt worden ist. Geschieht dies dennoch, so werden für die zu viel verbrauchten Wassermengen für ein Millpower 20 $ berechnet, und der leitende Ingenieur der Gesellschaft hat das Recht, den Wasserbezug abzuschneiden und nicht eher wieder zuzulassen, als gegen ähnliche Vorkommnisse eine Sicherstellung geleistet ist. Die Gesellschaft ist auch nicht haftbar für Schäden, die sich aus der Benutzung von Surplus ergeben, auch dann nicht, wenn zu letzterer Erlaubnis erteilt worden ist.

Die Verträge für permanenten Bezug von Wasserkraft werden auf jährliche Rente geschlossen, doch kann ein Abnehmer sich auch für immerwährende Zeiten diesen Bezug dadurch sichern, dass er den 10-fachen Betrag der jährlichen Rente als Pauschalsumme bezahlt. Für diese Beträge liefert die Gesellschaft das Wasser bis an den Einlaufskanal der Turbinen. Die Anlage dieser, deren Nutzeffekt und die Unterhaltung des Unterwasserkanals, sowie die Reinigung der Schutzgitter sind Sache eines jeden Abnehmers.

Die Gesellschaft verkauft also bei einem bestimmten Gefälle grundsätzlich nur eine gewisse Wassermenge und berechnet aus diesen beiden Faktoren die Zahl der Millpowers. Sie nimmt keine Rücksicht darauf, ob und in welchem Maſse die Abnehmer diese ihnen zugeteilte theoretische Arbeitsgröſse ausnutzen oder nicht.

Die Zahlungen für »permanente« Millpowers erfolgen jährlich, die für Surplus je nach Uebereinkommen. Erfolgt die Bezahlung nicht innerhalb der festgesetzten Zeit, dann hat der leitende Ingenieur das Recht, den Wasserzufluss so lange abzusperren, bis Bezahlung erfolgt ist.

Die Wasserbezüge werden durch den leitenden Ingenieur der Gesellschaft in folgender Weise geregelt: Alle Abnehmer sind nach der Zeit ihres Vertrages für »permanenten« Bezug geordnet und erhalten sogen. Prioritätsnummern. Sinkt die Wassermenge, dann werden zuerst, nach vorhergehender Verständigung durch den Ingenieur, nach und nach alle Surplus eingestellt, und zwar in der Reihe umgekehrt, wie sie bewilligt worden sind. Dann müssen die Abnehmer, welche nur 16stündige Benutzung zugesichert erhalten haben, aber 24 Stunden arbeiten, die Wassermenge auf $^2/_3$ einschränken. Genügt auch das noch nicht, dann müssen auch die jüngsten Abnehmer »permanenter« Wasserkraft den Bezug einstellen und so lange fort, bis ein gleichbleibender Wasserstand im Flusse erreicht ist. Die ältesten Abnehmer sind natürlich am günstigsten daran, und einzelne von ihnen haben volles Wasser das ganze Jahr hindurch und keine Reserve an Dampfkraft.

Bei steigendem Wasser werden in umgekehrter Reihenfolge die Bezüge an Wasser und zuletzt die Benutzung von Surplus bewilligt.

Bis zu welchem Maſse Wasserüberschüsse vorhanden sind, ist aus dem Diagramm Fig. 76 ersichtlich, welches die amtlich festgestellten Wassermengen des Mississippi für die Jahre 1881 bis 89 darstellt. Die beigefügte Tabelle I zeigt die durchschnittlichen Wassermengen pro Monat, wobei zu erwähnen ist, dass Eisverhältnisse im Frühjahr und Herbst die Messungen erschweren und im Winter nur eine konstante Wassermenge von 1512 Kubikfuſs an eine bestimmte Zahl Abnehmer abgegeben wird.

Fig. 76.

Wassermengen des Mississippi für die Jahre 1881 bis 1889, gemessen an den St. Anthony-Fällen in Minneapolis.

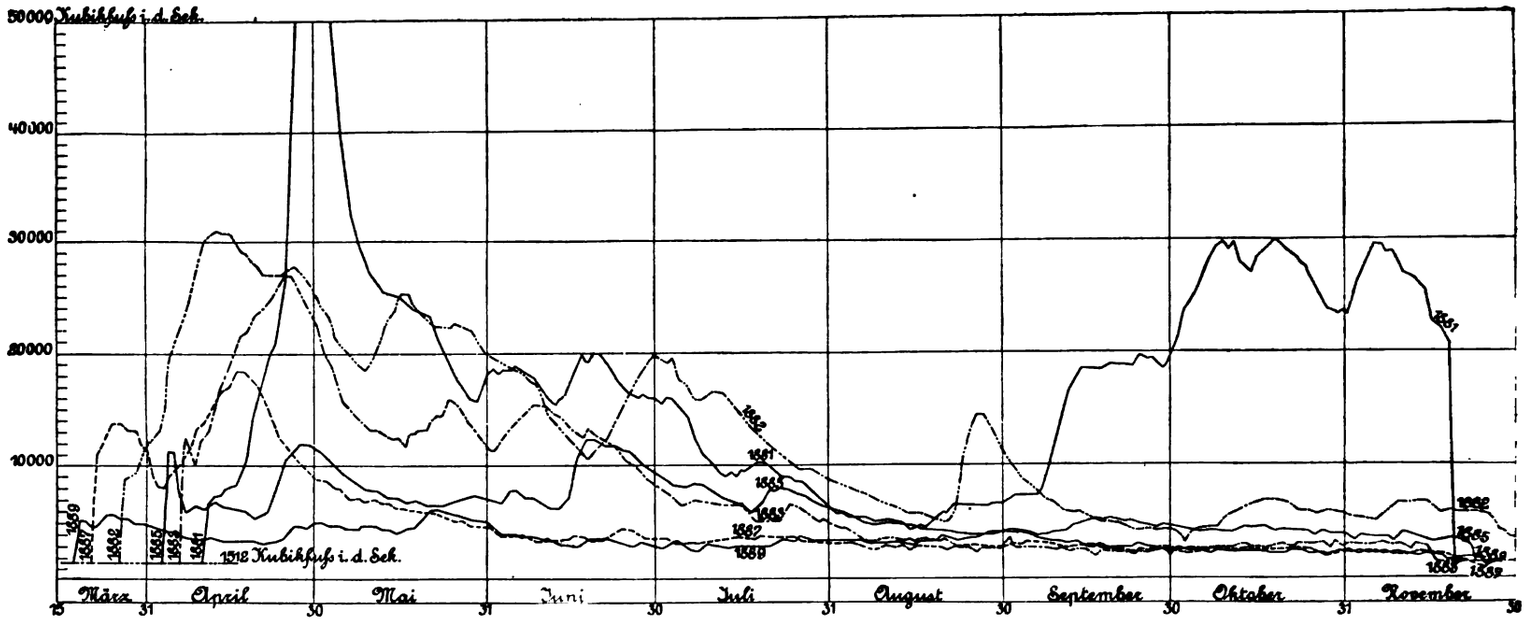


Tabelle I. Mittlere monatliche Wassermengen im Mississippistrom, gemessen in Kubikfuſs pro Sekunde an den St. Anthony-Fällen in Minneapolis 1880 bis 1889.

	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	im mittel pro Monat
Januar	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1512	1 512	1 512	1 512	1512	1 512
Februar	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1512	1 512	1 512	1 512	1512	1 512
März	1 832	1 512	2 888	1 512	4 481	1512	4 064	5 120	1 512	3061	2 749
April	9 632	18 469	25 820	16 500	12 945	7311	8 772	13 133	9 836	3841	13 626
Mai	10 459	27 461	22 074	14 410	15 487	7824	10 000	6 384	26 193	5052	14 534
Juni	24 581	17 634	15 658	12 528	8 897	9184	6 905	3 814	15 811	3538	11 855
Juli	8 961	10 424	13 762	6 078	4 438	7406	4 578	3 458	10 429	3075	7 311
August	3 720	5 646	8 271	3 448	3 323	4545	2 774	2 863	6 116	3522	4 422
September	3 065	15 014	5 828	2 535	5 116	4602	3 147	2 796	4 068	3189	4 936
Oktober	2 767	26 949	5 494	2 773	8 174	4194	3 075	2 384	4 315	2325	6 245
November	2 401	18 225	5 472	2 357	4 843	3311	2 929	1 884	3 425	1967	4 681
Dezember	1 512	1 512	1 929	1 512	1 512	1706	1 512	1 512	1 512	1512	1 573
im mittel pro Jahr	5 996	12 156	9 185	5 556	6 020	4552	4 232	3 864	8 020	2843	6 246

In Tabelle II sind diejenigen industriellen Werke aufgezählt, welche Wasserkraft beziehen, und die Zahl der Millpowers, welche ihnen vertraglich zugestanden ist, beigefügt. Die eingebauten Turbinen entsprechen in einzelnen Fällen einer höheren Leistung, die dann durch Bezug von Surplus erzielt wird.

Tabelle II

Name	permanent bezogene Wasserkraft		Turbinen				vorhandene Dampfkraft	ungefähre Leistung der Mühle in 24 Std.	Bemerkung
	Millpowers	PS zu 75 mkg	Zahl und Art	Gröfse Dmr. Zoll	Gröfse Dmr. mm	höchste Leistung PS	PS	Barrels Mehl (1 Barrel = 159 ltr.)	
a) Westseite.									
Anchor-Mühle	9,2	700	1 Victor	42	1067	800	650	1500	
Katarakt-Mühle	5,5	418	1 Victor	27	686	450	—	1000	
Städtisches Wasserwerk	6,0	456	3 New American	54	1372	je 250	—	—	alte Turbinen und nicht volles Gefälle
Columbia-Mühle	12,0	912	1 Victor	54	1372	1100	750	2200	nur Surplus-Wasser
Crown Roller-Mühle	9,0	684	2 Victor	36	914	je 540	850	2450	
Dakota-Mühle	2,0	152	1 New American	22	559	150	—	300	
Excelsior-Mühle	6,5	494	1 Victor	35	889	495	400	1250	
Galaxy-Mühle	8,5	646	2 horizont. Victor	27½	698	je 330	550	2000	
Holy-Mühle	3,5	266	1 New American	42	1067	260	—	500	
Minneapolis-Mühle	7,0	532	1 New American	42	1067	550	475	1500	
Humboldt-Mühle	7,0	532	1 Victor	37	940	550	350	1200	
North Western-Mühle	11,0	836	1 Victor	44	1118	800	750	1800	
North Western Elevator	1,0	76	—	—	—	—	—	—	ist verfügbar
Occidental-Mühle	1,0	76	1 New American	36	914	110	50	—	
Palisade Mill	12,0	912	1 Victor	48	1219	950	550	2000	
Papierfabrik	2,0	152	—	—	—	—	—	—	ist verfügbar
Consolid.-Elevator	4,5	342	1 horizont. Victor	25	635	350	—	—	
Pillsbury B-Mühle	20,0	1520	1 Victor	52	1321	1500	700	4000	
Pillsbury-Elevator	2,0	152	1 horizont. Victor	25	635	250	—	—	
Railway-Wheel	1,0	76	1 Old American	48	1219	60	—	—	
St. Anthony-Mühle	4,5	342	1 New American	42	1067	350	—	800	
Standard-Mühle	8,5	646	1 Victor	48	1219	650	600	1500	
Union-Mühle	3,5	266	—	—	—	—	—	—	ist verfügbar
Washburn A-Mühle	20,0	1520	2 Victor 1 Victor	40 55	1016 1397	je 560 1050	950	4600	
Washburn B-Mühle	7,0	532	1 Hercules	36	914	550	—	1300	
Washburn C-Mühle	13,3	1010	2 Hercules	39	991	je 560	950	2800	
Washburn-Pumpstation			1 New American	30	762	50			
California Foot Co.	2,0	152	1 New American	30	762	150	—	—	
Woolen Mill	3,5	266	1 New American	42	1067	260	125	—	
North Star Foot Co.	1,0	76	1 Hercules	30	762	150	60	—	
Zenith-Mühle	5,0	380	2 horizont. Victor	25	635	je 240	420	1200	
b) Ostseite.									
Städtisches Wasserwerk	3,0	228	1 Old American	54	1372	250	—	—	
Island Power Co.	7,0	532	1 New American	54	1372	550	180	—	
Phönix-Mühle	2,0	152	1 New American	25	635	180	80	300	
Pillsbury A-Mühle	25,0	1900	2 Victor	55	1397	je 1050	1100	6600	
Pillsbury-Elevator	3,0	228	1 Victor	27	686	230	120	—	
McMullen-Sägewerk	5,0	380	1 Hunt	48	1219	400	—	—	

Die Gesellschaft hat an der Ostseite 45 Millpowers = 3417 PS, an der Westseite 199 Millpowers = 15113 PS, zusammen 244 Millpowers = 18530 PS vergeben, wovon 16 sogen. »freie« Millpowers sind, für welche nicht bezahlt wird.

Da im Winter und bei Wassermangel immer noch etwa 42,5 cbm Wasser bei rd. 13,7 m Gefälle vorhanden sind, können auch dann noch etwa 7750 PS vergeben werden.

In wasserreichen Jahren sind selbstredend die Einnahmen der Gesellschaft erheblich höher und der Verdienst gröfser, weil die laufenden Ausgaben sich nicht erhöhen. Die jährlichen Reparaturen, Instandhaltung der Gerinne usw. betragen insgesamt im Durchschnitt 10000 $. Abschreibungen sind nicht fest bemessen, sondern werden jedes Jahr neu bestimmt.

Ermittelt wird der Wasserverbrauch der einzelnen Abnehmer von der Gesellschaft durch genaue Wassermessungen, die in den Unterwasserkanälen der Turbinen angestellt werden. Zu diesem Zwecke sind in den Seitenwänden eines jeden Unterwasserkanales durch eingemauerte Winkeleisen Falze gebildet, in welche leicht ein aus 150 mm dicken Bohlen gebildeter, stets bereit liegender Ueberfall von bestimmter Breite (12′ = 3658 mm) eingeschoben werden kann. In einer Entfernung von 2½ m von der Ueberfallkante und mit dieser in gleicher Höhe ist stromaufwärts ein fester Mafsstab angebracht, welcher das Ablesen der Ueberfallhöhe jederzeit ermöglicht. Die Wassermenge wird nach der von James B. Francis in seinem Werke »Lowell Hydraulic Experiments« angegebenen Methode ermittelt, wonach die Geschwindigkeit des vor dem Ueberfall ankommenden Wassers berücksichtigt wird, für die dort ausführliche Tabellenwerte berechnet sind. Messungen werden ab und zu als Stichproben vom Ingenieur der Gesellschaft angeordnet und dabei auch das Gefälle und der Zustand der Turbinen, Stand des Regulirschiebers usw. genau beobachtet.

Zweimal des Tages machen Aufseher der Gesellschaft die Runde und notiren gleichzeitig die Wasserstände am Ober- und Unterwasserpegel, und zwar unmittelbar an der Turbine und hinter den Schutzgittern des Obergrabens. Ihr geübter Blick lässt diese Leute auch sofort erkennen, ob eine Turbine mehr Wasser gebraucht, als ihr zukommt, und durch nachfolgende Messung mittels Ueberfalles wird dann der Mehrverbrauch, wenn nötig, ermittelt. Bei unzuverlässigen

Abnehmern bleibt der Ueberfall beständig eingebaut, um jederzeit die Messung schnell vornehmen zu können.

Die Abnehmer von Wasserkraft sind verpflichtet, den Ingenieur der Gesellschaft und seine Assistenten in jeder Weise bei den Messungen zu unterstützen und ihnen entgegen zu kommen. Aufserdem steht dem leitenden Ingenieur der Gesellschaft das Recht zu, in den einzelnen Mühlen die tägliche Produktion zu kontrolliren, und da es bei jeder Anlage ziemlich genau bekannt ist, in welchem Verhältnis der Kraftverbrauch zur Produktion steht, so lässt sich auch dadurch der Wasserverbrauch für eine längere Zeit annähernd genau schätzen. In Minneapolis werden im mittel, je nach der mehr oder minder guten Einrichtung einer Mühle, mit 1 PS 2½ bis 3 Fass Mehl zu 108 kg Inhalt erzeugt, wobei eine Mehlausbeute von 75 pCt vom Weizengewicht angenommen ist.

In Fällen, wo der Wasserverbrauch durch Messungen nicht festgestellt werden konnte, wird er vom Ingenieur der Gesellschaft nach Gutdünken geschätzt. Ist der Abnehmer damit unzufrieden, oder können sich beide Parteien nicht einigen, so wird durch einen Obmann die Entscheidung herbeigeführt, die Gesellschaft hat jedoch das Recht, während der Zeit des Streites den Wasserzufluss abzusperren, wenn nicht ausgiebige Sicherheiten gestellt werden.

Bei der grofsen Verantwortung und Machtvollkommenheit, welche dem Ingenieur der Gesellschaft übertragen sind, ist es selbstredend, dass zu dieser Stellung nur Männer gewählt werden können, die angesehen sind und das Vertrauen der Gesellschaft sowie auch der Abnehmer geniefsen. Streitigkeiten kommen daher auch nur selten vor, und meistens wird mit dem Ingenieur irgend ein Abkommen erzielt.

Dampfkraft kommt in Minneapolis der hohen Kohlenpreise wegen im allgemeinen teurer zu stehen, als Wasserkraft. Die Kosten der Wasserkraft setzen sich zusammen aus den Kosten für den Wasserbezug, welcher für 1 PS und 24 Std. 11,6 Pfg. betragen, und aus der Verzinsung des Anlagekapitales nebst laufenden Ausgaben und Abschreibungen, welche im Mittel 10,5 Pfg. ausmachen. Es kostet also die Wasserkraft für 1 PS und 24 Std. normal 22 Pfg. und bei Benutzung von Surplus erst 38,4 Pfg., während sich Dampfkraft erst bei Verbundmaschinen von mindestens 600 PS, die mit Kondensation arbeiten, für 1 PS und 24 Std. auf 38 Pfg. stellt, und bei kleineren Anlagen noch höher kommt. Die kleineren Mühlen machen deshalb auch von der Benutzung von Surplus sehr häufig Gebrauch und beziehen so viel Wasser, als die vorhandenen Turbinen schlucken und die übrigen maschinellen Einrichtungen vertragen können.

In ähnlicher Weise, wie in Minneapolis der Mississippi, sind auch an anderen Stellen die Wasserkräfte ausgenutzt und zu diesem Zwecke schon in den 30er Jahren Gesellschaften gebildet worden. Zum teil sind die Wasserkräfte damals so billig erworben worden, dass bei dem steigenden Wert derselben einzelne Gesellschaften sich gegenwärtig finanziell aufserordentlich günstig stehen (wie z. B. die Amoskeag Co. in Manchester). Im Wesen ist die Verwaltung der Wasserkräfte die gleiche; verschieden jedoch sind stets die Preise, welche pro Millpower gezahlt, die Bedingungen, unter welchen Wasser abgegeben, und die Art und Weise, wie die Wassermengen gemessen werden.

Eine der ältesten Anlagen in Amerika, welche Francis gebaut und lange Zeit verwaltet hat, ist die in Lowell, welche über die gesamte Wasserkraft des Merrimack River verfügt und normal 10575 PS (ohne Surplus) an verschiedene Abnehmer — meist Baumwollspinnereien — abgiebt. Die Besitzer der Spinnereien sind dort zugleich Inhaber der »Locks and Canals« des Merrimack River, und zwar in demselben Verhältnis wie sie Wasserkraft vertraglich beziehen. Die Wasseranlage wird von eigenen Beamten verwaltet, und es darf ohne Zustimmung sämtlicher Inhaber kein neuer Abnehmer zugelassen werden. Der Einkaufspreis für einen Besitz-Anteil der Locks and Canals beträgt 9000 $ pro Millpower, aufserdem bezahlt jeder Abnehmer pro Millpower und Jahr 300 $ und verpflichtet sich, unter ähnlichen zum teil noch schärferen und den örtlichen Verhältnissen angepassten Bedingungen wie in Minneapolis, nicht mehr Wasser zu verbrauchen, als ihm vertraglich zukommt oder von Fall zu Fall bewilligt ist. Die Besitzer haben auch die Oberwasserkanäle in Stand zu halten, dürfen eigenmächtig auch auf ihrem Grund und Boden daran keine Veränderungen vornehmen und sind zu Schadenersatz verpflichtet, wenn durch ihr Verschulden unterhalb liegende Abnehmer geschädigt werden. Das gesamte Gefälle von 30′ = ∞ 9 m wird nämlich nur zum teil und von den günstig gelegenen Fabriken auf einmal ausgenutzt. Die entfernter liegenden Fabriken brauchen das Wasser in zwei Abstufungen, von 5 und 4 m. Das Wasser fliefst aus dem ersten Obergraben durch eine Reihe von Turbinen nach dem zweiten tiefer liegenden Obergraben und von dort abermals durch eine Reihe von Turbinen in das Flussbett zurück. Es sind also die Fabriken, welche am zweiten Untergraben liegen, von dem Zufluss abhängig, der von oberhalb kommt, und deshalb ist eine strenge Regelung dieser Verhältnisse nötig. Seltsamerweise sind dementsprechend auch die Definitionen für die Gröfse des Millpower verschieden, und zwar gelten am ersten Kanal 25 Kubikfufs Wasser pro Sekunde bei 30′ Gefälle, oder 45½ Kubikfufs bei 17 Fufs Gefälle, am zweiten Kanal 60½ Kubikfufs bei 13′ Gefälle als ein Millpower, welches vertraglich nur 15 Std. täglich (von 7 Uhr morgens bis 10 Uhr abends) benutzt werden darf. Auf diese Einheiten und Zeiten bezieht sich auch der obige Preis von 300 $. Die Fabriken haben nicht das Recht, zu anderen Tagesstunden Nutzwasser zu beanspruchen.

Auch hier werden Wasserüberschüsse als »Surplus« abgegeben und besonders bezahlt. Um einer Wasserverschwendung vorzubeugen, sind die Preise steigend angeordnet. Ein Millpower-Surplus kostet für den Tag zu 15 Std. 4 $, jedoch nur so lange, als die Zahl der Surplus-Millpowers nicht mehr als 40 pCt der permanenten beträgt. Für jedes Millpower über 40 pCt hinaus bis zu 50 pCt sind 10 $, für jedes über 50 bis zu 60 pCt 20 $ und bei Benutzung von über 60 pCt sind für sämtliche Surplus 20 $ zu bezahlen. Um die Sache noch verwickelter zu machen, giebt es auch für das Surplus-Millpower eine eigene Definition, deren Wortlaut hier folgen mag. »Vermindert man die thatsächliche Gefällshöhe in Fufs an der Verbrauchsstelle und zur Zeit des Mehrverbrauches um einen Fufs, multiplizirt diese Zahl mit der beobachteten Wassermenge in Kubikfufs und dividirt das Produkt durch 725, so erhält man die Anzahl der Millpowers, welche bezahlt werden muss.«

Die Zahl der Abnehmer und die von ihnen bezogenen Wassermengen sind in Tabelle III zusammengestellt.

Tabelle III.

Name	»permanent« bezogene Wasserkraft		Zahl der Turbinen	vorhandene Dampfkraft
	Millpowers	PS		PS
Merrimack Mfg. Co. . .	24,66	1874	10	6000
Hamilton Mfg. Co. . . .	16,00	1216	10	2600
Appleton Co.	8,5	646	5	1550
Lawrence Mfg. Co. . . .	17,3	1315	11	3500
Boot Cotton Mills . . .	17,8	1352	9	2200
Massachusetts Cotton Mills	24,5	1870	13	1200
Tremont & Suffolk Mills .	13,0	988	11	2500
Lowell Mfg. Co.	8,4	638	3	2500
Middlesex Co.	5,7	433	5	250
Lowell Machine Shop . .	3,3	250	7	420

Die Ermittlung der Wassermengen erfolgt wie in Minneapolis durch Ueberfälle, die in die Unterwasserkanäle eingesetzt werden können.

Die ganze Anlage selbst ist weniger interessant als die in Minneapolis, die Wasserbauten sind jedoch sehr sicher und sauber ausgeführt. Bemerkenswert sind die Einlassvorrichtungen zu den beiden Oberwassergräben. Bei der einen von ihnen werden 10 Schützen von je 2,43 m Breite und 4,57 m Höhe durch eine eigene 40pferdige Turbine bedient, welche durch ein Vorgelege mittels offenen und gekreuzten Riemens für jeden Schützen ein Windewerk antreibt. Bei

der zweiten sind 5 Schützen von 2,74 m Breite und 3,04 m Höhe vorhanden. Die Bedienung erfolgt hydraulisch, indem für jeden Schützen von der städtischen Wasserleitung aus ein Hubcylinder von 685 mm Dmr. gespeist wird. Das Senken erfolgt durch Eigengewicht, wobei der Wasserablauf gebremst werden kann. Die Anlage ist einfach und arbeitet sehr sicher. Im Winter werden beide Gebäude durch Warmwasser, das in Röhren umläuft, geheizt.

Sowohl oberhalb als unterhalb Lowells, in Manchester und Lawrence, sind im Merrimack nochmals bedeutende Gefälle vorhanden, die zum Betriebe von Spinnereien usw. benutzt werden. An ersterem Orte ist die Amoskeag Co. Besitzerin der Wasserkraft von 47′ = 14,33 m Gefälle, das in zwei Abstufungen ausgenutzt wird. Von den vorhandenen 17000 PS werden etwa 10000 zum Betriebe der eigenen grofsartigen und reich ausgestatteten Spinnereien und Webereien verwendet und der Rest an andere Abnehmer vergeben.

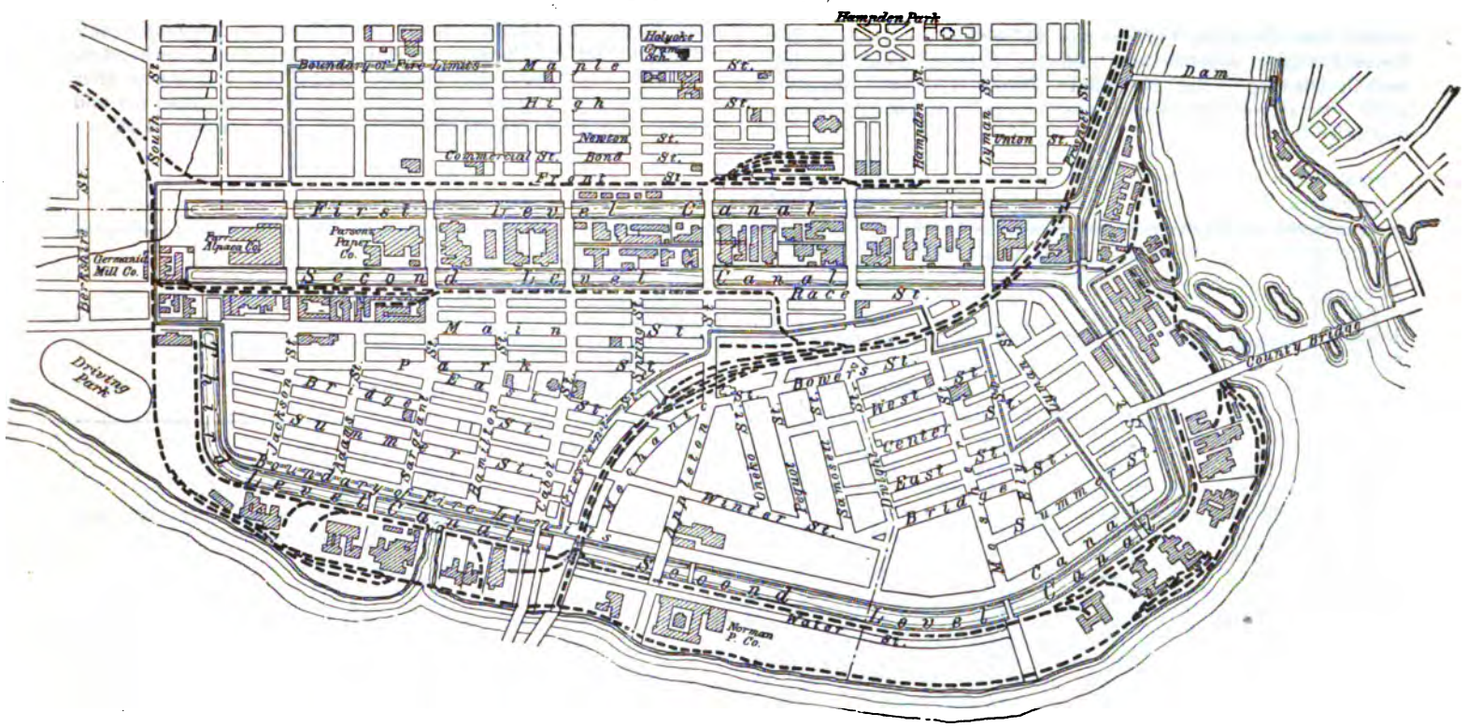
In Lawrence sind etwa 30′ = 9 m Gefälle und rd. 10000 PS vorhanden, die ebenfalls meist an Spinnereien abgegeben werden. Die dortige Gesellschaft »The Essex Water Power Co.« hat ähnliche Vorschriften wie die in Lowell. Die Messungen des Verbrauchswassers werden jedoch abweichend davon in einer ganz eigenartigen, von dem Oberingenieur der Gesellschaft, Hrn. Hiram T. Mills, eingeführten Weise vorgenommen. Durch zahlreiche Versuche sind nämlich die Wassergeschwindigkeiten an sehr vielen Punkten des Querschnittes in den Röhren und Kanälen, durch welche das Wasser der Turbine zufliefst, gemessen worden, und zwar bei den verschiedensten Gefällen und Oeffnungen der Turbineneinlaufschützen.

Diese Messungen, welche in Entfernungen von 20″ = 508 mm in wagerechter und senkrechter Richtung angestellt wurden, sind für jeden betreffenden Querschnitt graphisch aufgetragen und daraus die mittleren Wassergeschwindigkeiten für die verschiedenen Querschnitte berechnet worden. Es sind also von den Revisoren der Gesellschaft nur jedesmal die Wasserstände und die Oeffnungen der Zulaufschützen zu den Turbinen zu notiren. Ausgeführte Tabellen zeigen für diese Daten die Geschwindigkeiten und damit sofort die Wassermengen. Wenn solche Versuche einmal in grofsem Mafsstabe durchgeführt sind, was eine sehr mühselige Arbeit ist, dann ist allerdings die Bestimmung der Wassermenge sehr vereinfacht. Hr. Mills hat bei diesen Arbeiten sehr wertvolle Erfahrungen gemacht über die Bewegung des Wassers in Kanälen und geschlossenen Röhren, den Einfluss der Reibung der Rohrwände usw., und gedenkt diese später selbst zu veröffentlichen. Die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Punkten des Wasserquerschnittes sind in geschlossenen Röhren durch Messung der betreffenden Geschwindigkeitshöhen mittels Pitotscher Röhren, in den offenen Kanälen zum teil durch Flügelräder ermittelt worden, die Mills selbst konstruirt hat. Die Kanalwände sind an den Stellen, wo gemessen wurde, auf längere Strecken ganz mit Holz ausgekleidet.

Eine wegen ihrer Durchbildung hochinteressante Wasserwerksanlage, deren planmäfsige Ausnutzung unter Leitung des rühmlichst bekannten Hydraulikers Clemens Herschel durchgeführt wurde, besteht in Holyoke. Das 47′ bis 60′ = 14,3 bis 18,3 m betragende Gefälle des Connecticut River wird in drei Abstufungen von 6,09 m, 3,65 m und je nach dem Stande des Unterwassers von 4,57 bis 8,53 m benutzt. Die Holyoke Water Power Co. vergiebt etwa 27000 PS bei Tag und 15000 PS bei Nacht, im mittel also ungefähr 21000 PS in 24 Std. Die Zahl der Werke, welche mit Wasserkraft versorgt werden (meist Papierfabriken), beträgt 60, mit 158 Turbinen, von welchen 68 nur 10 Std. täglich, die übrigen 90 jedoch die ganze Woche hindurch (144 Std.) ununterbrochen thätig sind. Die allgemeine Lage ist aus Fig. 77 ersichtlich.

Fig. 77.

Lageplan von Holyoke.



Die Holyoke Water Power Co. hat als Einheit ein Millpower festgesetzt, welches durch 38 Kubikfufs = 1,076 cbm Wasser i. d. Sek. bei 20′ = 6,096 m Gefälle repräsentirt wird, und also 87,45 PS zu 75 mkg beträgt. Die Kosten dafür belaufen sich für ein Jahr bei täglich 16stündiger Benutzung auf 450$ = 1912 ℳ oder für 1 PS und 16 Std. auf 7,3 Pfg. »Surplus« wird abgegeben: 1 Millpower für die ersten 12 Std. des Tages (von 6 Uhr morgens an gerechnet) zum Preise von 3$; für die übrige Zeit zu 4$. Um Wasservergeudung zu vermeiden, ist bei einem Verbrauch über die bewilligte Menge hinaus der 10fache Betrag der dafür normal

berechneten Summe zu bezahlen. Erfolgt die Bezahlung innerhalb 10 Tagen nach vorgelegter Rechnung, so werden $16^2/_3$ pCt Rabatt bewilligt. Ist es unmöglich, das Wasser zu messen, so wird die Menge vom Ingenieur der Gesellschaft geschätzt. Ist Einigung darüber nicht herbeizuführen, oder wird Bezahlung nicht geleistet, so wird dem Abnehmer das Recht entzogen, Wasser zu beziehen, bis Einigung erzielt oder bezahlt ist. Die übrigen Bedingungen sind ähnlich denen in Lowell und durch örtliche Verhältnisse im einzelnen beeinflusst.

Das Hauptinteresse beansprucht die Art der Wassermessung, zu welcher nach Vorschlägen von Herschel die in den Fabriken befindlichen Turbinen selbst benutzt werden. Um dies zu ermöglichen, muss jede Turbine auf den Wasserverbrauch bei verschiedenen Gefällen und gleichzeitig verschiedenen Oeffnungen der Regulirschieber sowohl, als auch auf die dabei entwickelten Pferdestärken möglichst genau untersucht werden.

Die Holyoke Water Power Co. hat zu diesem Zwecke eine eigene Versuchsstation erbaut, in welcher alle Turbinen, ehe sie von den Fabrikbesitzern in ihren Fabriken aufgestellt werden, unter gleichzeitiger Ermittlung der Wassermengen gebremst werden. Die Gesellschaft hat bei Einführung dieses Ueberwachungssystems verschiedene Turbinen auf eigene Kosten abbauen und in die Versuchsstation bringen lassen, andere an Ort und Stelle untersucht, um über sämtliche Turbinen ihres Bezirkes genau unterrichtet zu sein. Die Versuchswerte sind graphisch aufgetragen, in Tabellen geordnet, und bilden ein sehr wertvolles Aktenmaterial, das über die gesamte Wasserverteilung genauen Aufschluss giebt.

Die Revisoren haben täglich zweimal nur die Wasserstände und die Oeffnungen der Regulirschieber zu verzeichnen, woraus an der Hand der Tabellen der Wasserverbrauch ersichtlich wird.

In Tabelle IV folgen als Beispiele die Versuchszahlen, welche eine Herkules-Turbine von 21″ = 533 mm Dmr. in der Versuchsstation ergeben hat, und aus welchen nicht nur der verhältnismäfsig hohe Nutzeffekt dieser Turbine, sondern auch die Berechnungsweise des Verbrauchswassers ersichtlich wird.

Bei den 5 Stellungen des Regulirschiebers: ganz geöffnet, 0,807, 0,661, 0,517 und 0,413, ist je eine Reihe von Versuchen bei verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt und deren Tabellenwerte in den Diagrammen, Fig. 78 und 79, aufgezeichnet. In Fig. 78 sind als Abscissen die Verhältniszahlen zwischen der Umfangsgeschwindigkeit des Turbinenrades v, und $\sqrt{2gh}$, als Ordinaten die Nutzeffekte in Prozenten aufgetragen und die Punkte gleicher Schieberöffnung verbunden. Es zeigt sich, dass der höchste Nutzeffekt von etwas über 80 pCt bei nicht ganz voll geöffnetem Schieber (0,807 m) und einem Geschwindigkeitsverhältnis von 0,664 erreicht wird.

Fig. 78.

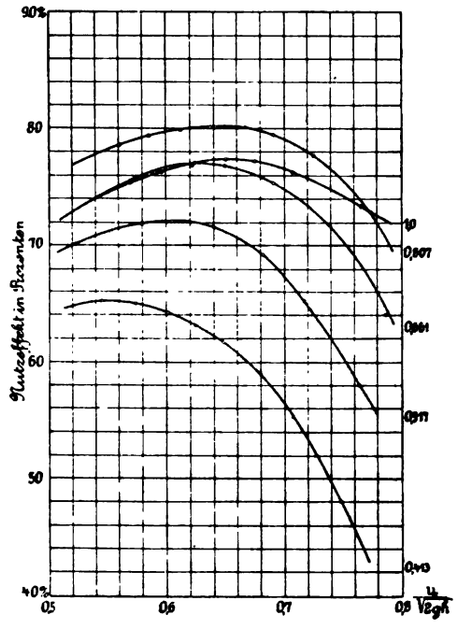
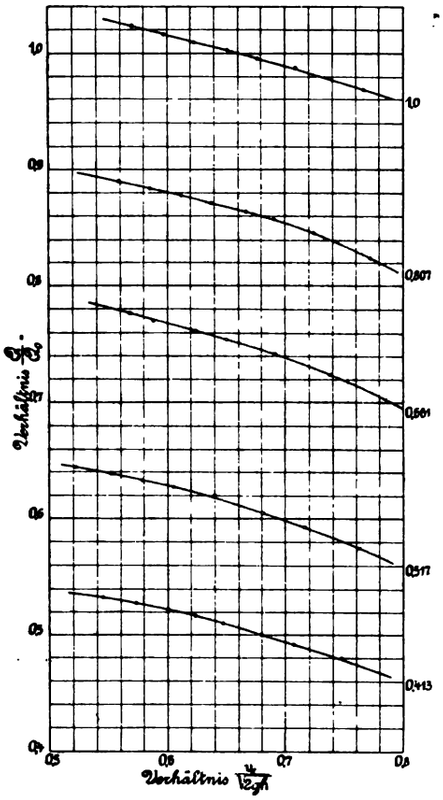


Tabelle IV.

Oeffnung des Regulirschiebers	beobachtete Werte: Gefälle h Fufs	Wassermenge Q Kubikfufs	Umdrehungszahl i. d. Min.	gebremste Leistung in PS zu 550 Fufspfund	berechnete Werte: Nutzeffekt pCt	Verhältnis der Wassermenge Q zu jener, die bei vollem Schieber u. günstigstem Nutzeffekt gebraucht wird $= Q_0$	Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Rades v zu $\sqrt{2gh} = v$	Bemerkungen
1,000	17,11	32,82	206,0	47,94	75,37	1,024	0,569	
»	17,08	32,58	215,5	48,19	76,45	1,017	0,596	
»	17,12	32,42	225,2	48,80	76,82	1,011	0,622	
»	17,14	32,22	235,5	48,36	77,30	1,004	0,650	hierzwischen liegt Q_0 mit 31,96 Kubikfufs
»	17,16	32,02	245,2	48,11	77,31	0,997	0,676	
»	17,16	31,72	256,7	46,86	75,99	0,988	0,708	
»	17,17	31,12	277,7	44,35	73,28	0,969	0,766	
0,807	17,46	28,63	214,0	44,92	79,33	0,884	0,585	
»	17,47	28,22	233,2	44,70	80,03	0,871	0,637	Dauer jedes Versuches 4 Min.
»	17,50	27,98	244,2	44,58	80,36	0,863	0,667	Länge d. Wehres 6′ = 1,8 m.
»	17,52	27,47	265,2	42,36	77,69	0,847	0,724	Gewicht des Dynamometers
0,661	17,39	25,05	207,7	37,44	75,87	0,775	0,569	einschl. Welle 1300 Pfund
»	17,41	24,64	228,0	37,46	77,08	0,762	0,624	= 590 kg
»	17,42	24,04	252,5	35,72	75,30	0,743	0,691	
»	17,52	22,76	238,2	28,93	64,09	0,702	0,787	
0,517	17,64	20,94	192,0	29,38	70,15	0,643	0,522	
»	17,69	20,62	213,2	29,67	71,81	0,632	0,579	
»	17,72	20,19	235,7	29,04	71,66	0,619	0,640	
»	17,71	19,32	264,2	25,32	65,19	0,593	0,717	
0,413	17,87	17,44	202,2	23,07	65,34	0,522	0,546	
»	17,91	17,12	222,5	22,34	64,31	0,522	0,601	
»	17,81	16,68	239,2	20,74	61,63	0,510	0,648	
»	17,76	16,10	261,2	17,85	55,20	0,493	0,708	
0,249	18,02	11,31	202,2	10,61	45,96	0,344	0,544	
»	18,02	11,06	223,2	9,17	40,60	0,336	0,601	
»	18,01	10,84	239,7	7,66	34,62	0,330	0,645	
»	18,03	10,64	255,7	5,83	26,85	0,323	0,688	

In Fig. 79 sind als Ordinaten die Verhältniszahlen aufgetragen zwischen der bei jedem einzelnen Versuch gemessenen Wassermenge Q und der beim günstigsten Nutzeffekt bei ganz geöffnetem Schieber sich ergebenden Wassermenge Q_0, welch letztere als Einheit den späteren Berechnungen zugrunde gelegt wird. Im vorliegenden Falle ist Q_0 zu 31,96 Kubikfuſs = 0,9 cbm i. d. Sek. und dabei gleichzeitig das Geschwindigkeitsverhältnis $\frac{v_s}{\sqrt{2gh}}$ zu 0,664 ermittelt.

Fig. 79.



Für jede Schieberöffnung ergiebt sich wiederum eine eigene Kurve. Da die Umfangsgeschwindigkeit der Turbinen in den einzelnen Fabriken bei regelrechtem Betriebe als gleichbleibend angesehen werden kann, ist das Verhältnis $\frac{v_s}{\sqrt{2gh}}$ aus den durch die Aufseher täglich zweimal beobachteten Gefällshöhen leicht zu ermitteln, — d. h. aus dafür vorhandenen Tabellen abzulesen. Die Kurven des Diagramms Fig. 79 geben für dieses täglich ermittelte und durch das jeweilige Gefälle beeinflusste Geschwindigkeitsverhältnis und bei der gleichzeitig beobachteten Schieberöffnung den Faktor, mit welchem man die Einheit Q_0 multipliziren muss, um die durchgeflossene Wassermenge zu erhalten.

Gewöhnlich werden zu den täglich beobachteten Gefällen in den Listen der Aufseher nur die aus Diagramm Fig. 79 sich ergebenden Faktoren hinzugeschrieben. Die Berechnung der Wassermengen und der dafür sich ergebenden Preise erfolgt dann summarisch und vierteljährlich.

Die Einrichtung der Versuchsstation ist aus den Fig. 80 bis 83 ersichtlich gemacht.

Die gesamten Baulichkeiten sind auf Pfahlrost fundirt, und das Quadermauerwerk ist mit grofser Sorgfalt möglichst wasserdicht hergestellt. Durch ein schmiedeisernes Rohr A von 2,75 m Dmr. fliefst das Wasser aus dem Obergraben zunächst in die Vorkammer B, in welcher die beiden Schützen $G\,G$ untergebracht sind. Durch diese gelangt das Wasser in die Vorkammer C und aus dieser in die Turbinenkammer D, in welcher die zu prüfenden Turbinen eingebaut werden. Der Ablauf erfolgt durch die drei Kanäle N nach dem Unterwasserkanal E, an dessen Ende bei O zur Messung des Wassers ein für jeden Versuch passendes Ueberfallwehr eingebaut werden kann.

Aus der Kammer B führt ein 915 mm weites Rohr unabhängig von dem Schützen G in die Kammer C und speist dort eine Turbine H, welche zum Betriebe einer hinter der Versuchsstation gelegenen Werkstätte, zur Bewegung der Winden für die Schützen G und zum Betriebe einer Wasser- und Oelpumpe für die Bremsvorrichtungen dient. Da diese Turbine einerseits in ein dichtes Gehäuse eingeschlossen ist, anderseits ihr Ablauf durch die gesonderten Kanäle J und K erfolgt, beeinflusst ihr Betrieb in keiner Weise die anzustellenden Messungen.

Die Kammer C ist ferner bei L und M durch Balken, welche in seitliche Falze eingeschoben werden, verschliefsbar. L dient dazu, bei Turbinen, die mit geringen Gefällhöhen probirt werden sollen, einen Ueberfall zu bilden, mit welchem der Stand des Oberwassers geregelt werden kann. Das über L fliefsende Wasser gelangt in den Kanal K und beeinflusst die Messung nicht weiter. Die Wand M kommt zur Verwendung, wenn Turbinen geprüft werden sollen, denen das Wasser in geschlossenen Röhren zugeführt werden muss. Es wird dann in die Wand M eine entsprechende Oeffnung geschnitten, und das Zulaufrohr angeschlossen. Die Kammer D bleibt in diesem Falle wasserfrei. Die Turbinen werden in allen Fällen in das Mittel der Kammer D gesetzt, weil sich oberhalb die Bremseinrichtungen befinden. Der Boden der Kammer D ist so dicht hergestellt, dass kein Wasser durchlecken kann. Auf Wunsch wird zum Beweis dessen vor jedem Versuch die Kammer D mit Wasser gefüllt, während E leer bleibt. Zum Entwässern der einzelnen Kammern werden die Rohre U, V und W benutzt, welche während der Versuche mit Ventilen abgeschlossen werden. Mit Hilfe des Ventiles im Rohr V kann man die Regelung des Oberwasserspiegels in der Kanmer C beeinflussen, weil dieses Rohr in den Unterwasserkanal J mündet. Das Ablaufrohr W führt in den zweitnächst tiefer gelegenen Unterwasserkanal, damit die Kammer E vollständig entleert werden kann.

Die Messung des Wassers erfolgt an dem Ueberfallwehr O, dessen ebene Ueberfallskante aus Eisen gebildet ist, und in veränderlicher Höhe angebracht werden kann.

Die Höhe des Wasserspiegels über der Ueberfallkante wird in dem mit Glaseinsatz versehenen Rohr P gemessen, welches in der seitlichen Nische Q untergebracht, damit allen störenden Einflüssen entzogen ist und einen bequemen Standpunkt für den Beobachter gewährt.

Ueber die Kammer E führt eine Fahrstrafse, auf welcher die Versuchsturbinen herangebracht werden. Sie ist durch ein Gerüst überbrückt, welches einen Laufkran trägt. Die ankommenden Turbinen werden durch den Kran gehoben in das Gebäude gebracht und dort in die Kammer D hinabgesenkt.

Unterhalb an den Wänden der Kammer E läuft eine Plattform R, von welcher man durch einen Gewölbegang nach der eisernen Wendeltreppe S gelangt. Durch den hohlen Schaft dieser Treppe ist ein zweites Rohr mit Glaseinsatz geführt, welches durch die Mauer hindurch mit der Kammer D in Verbindung steht und zur Beobachtung der Oberwasserstände dient.

Zum Bremsen der Turbinen sind 5 verschiedene Gröfsen von Bremsscheiben mit passenden Messingbändern vorhanden. Diese Bänder sind doppelwandig, werden durch einen im Innern umlaufenden Wasserstrom gekühlt und an der Gleitfläche mit Oel geschmiert. Beides erfolgt durch die vorhin erwähnten Pumpen.

Um die Beobachtungen an der Bremse und am Ober- und Unterwasserstand gleichzeitig zu machen, ist im Bremsraum ein elektrisches Läutewerk angebracht, welches in Zwischenräumen von 1 oder ½ Minute an allen 3 Stellen ein Glockenzeichen giebt.

Mit den vorhandenen Apparaten können Turbinen bis zu 210 PS für Gefälle von 3′ bis 18′ = 0,9 bis 5,5 m geprüft werden.

Die Holyoke Water Power Co. macht nicht nur in ihrem eigenen Interesse Gebrauch von der Versuchsstation, sondern stellt sie auch für Privatzwecke und hydraulische Experimente irgend welcher Art (technischen Schulen) gegen Entgelt zur Verfügung. Die Gesellschaft übernimmt auch selbst die Untersuchung von Turbinen für Privatzwecke und stellt

Fig. 80 bis 83. Versuchsstation Holyoke. Mafsstab 1 : 200.

Fig. 80.

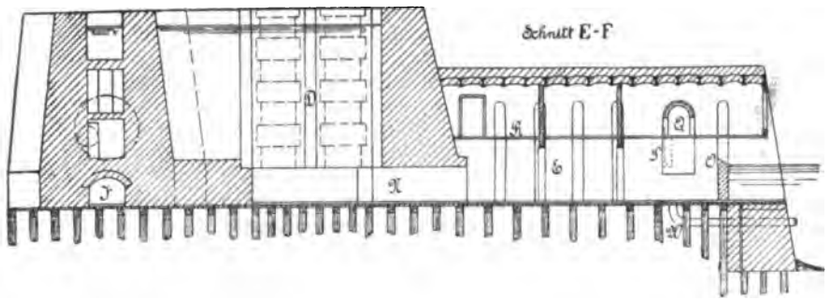


Fig. 82.

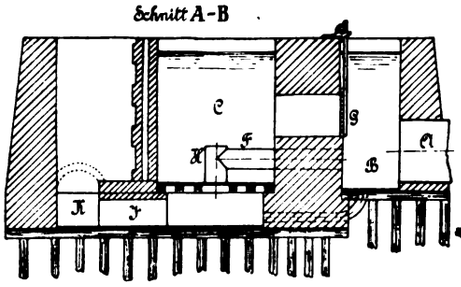


Fig. 83.

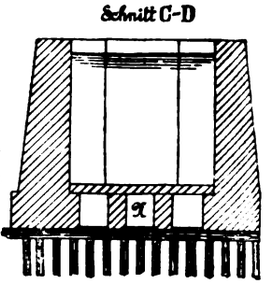
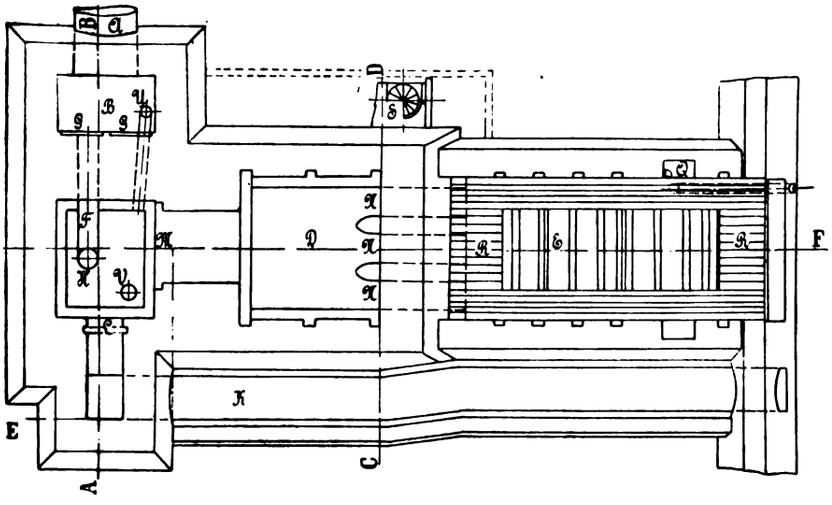


Fig. 81.



liche Konstruktionen sind nicht wesentlich von einander verschieden; die Art der Regulirung und andere oft unwesentliche Einzelheiten bilden die Unterschiede. Bei allen tritt das Wasser durch den äufseren Leitapparat radial in das innen liegende Laufrad ein und unten parallel zur Achse aus diesem aus. Die Schaufelung des Laufrades ist dementsprechend eigentlich eine Kombination zwischen denen der Radial- und Achsialturbinen, sie ist manchmal am Austrittsende haubenförmig fortgesetzt und zeigt oft ganz merkwürdige Formen, denen rechnerisch wohl nur schwer beizukommen ist. Die Radhöhe ist dabei meistens eine sehr grofse und die Zahl der Schaufeln gering, sodass eine richtige Wasserführung nicht ersichtlich ist. Ueberraschend ist, dass dabei doch verhältnismäfsig so hohe Nutzeffekte erzielt werden, wie sie die Versuchsstation in Holyoke nachweist.

darüber eigene Prüfungszeugnisse aus, denen in den Ver. Staaten grofser Wert beigelegt wird. Von dieser Gelegenheit, Wassermotoren zuverlässig prüfen zu können, wird häufig Gebrauch gemacht, insbesondere von den amerikanischen Turbinenbauanstalten, welche sich z. t. sämtliche gangbaren Modelle »testiren« lassen. Mehr als 650 Turbinen verschiedenster Konstruktion sind bisher untersucht worden. Die Kosten eines solchen Versuches belaufen sich je nach der Gröfse und Art der Turbinen auf 100 bis 165 $ = 425 bis 700 *M*. Gewöhnlich werden für Ausstellung eines Zeugnisses nebst ausführlicher Beschreibung und sorgfältiger Berechnung 10 pCt vom Katalogpreis der betreffenden Turbinen, mindestens aber 30 $ verlangt. Die Lieferung der Turbinen muss natürlich frachtfrei erfolgen und bei Gehäuseturbinen muss der Rohranschluss an die Wand *M* besonders bezahlt werden.

Der Besitz eines solchen Prüfungszeugnisses hat für beide Teile, Käufer und Verkäufer, etwas Beruhigendes — ist jedoch von gröfserem Wert nur für letzteren, da die Turbinenbauanstalten gewöhnlich nur ein Modell prüfen lassen, nach welchem alle Turbinen nachher allerdings genau gleich ausgeführt, jedoch oft für ganz andere Gefällshöhen und Wassermengen benutzt werden, wie in Holyoke bei der Prüfung!

Die bis in die neueste Zeit vorherrschende Bauart amerikanischer Turbinen hat senkrechte Lage der Achsen- und Räderübertragung. Erst in neuerer Zeit werden Turbinen mit wagerechter Achse gebaut und für gröfsere Kräfte fast ausschliefslich verwendet. Sie haben den Vorteil leichter Zugänglichkeit, gestatten die Abnahme der Kraft mit Riemen oder Seilen und gewähren daher geräuschlosen, ruhigen Gang.

Die den Markt beherrschenden Konstruktionen sind: die »Victor«-Turbine, gebaut von der Firma Stilwell & Bierce in Dayton, Ohio, und die »Hercules«-Turbine, gebaut von der Holyoke Machine Co. in Holyoke. Aufserdem sind noch die Huntsche, die Leffel-, die New American-Turbine und andere zu treffen. Sämt-

Fig. 84. »Victor«-Turbine. Mafsstab 1 : 200.

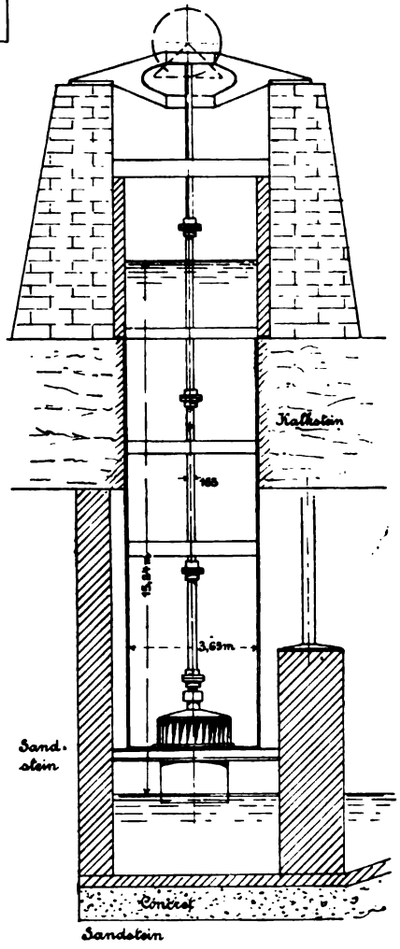


Fig. 85. Zwei »Hercules«-Turbinen. Mafsstab 1 : 200.

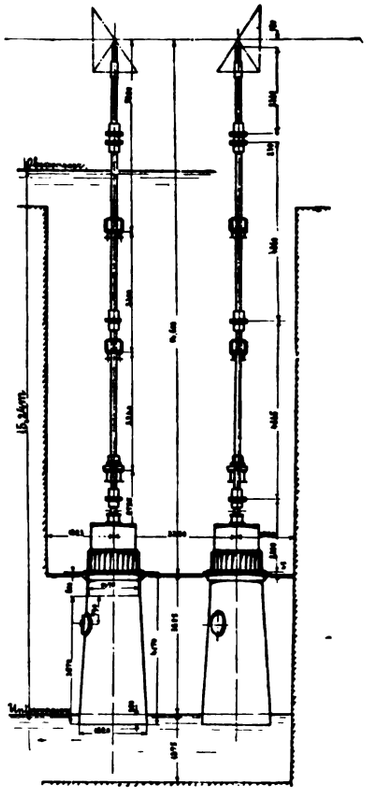
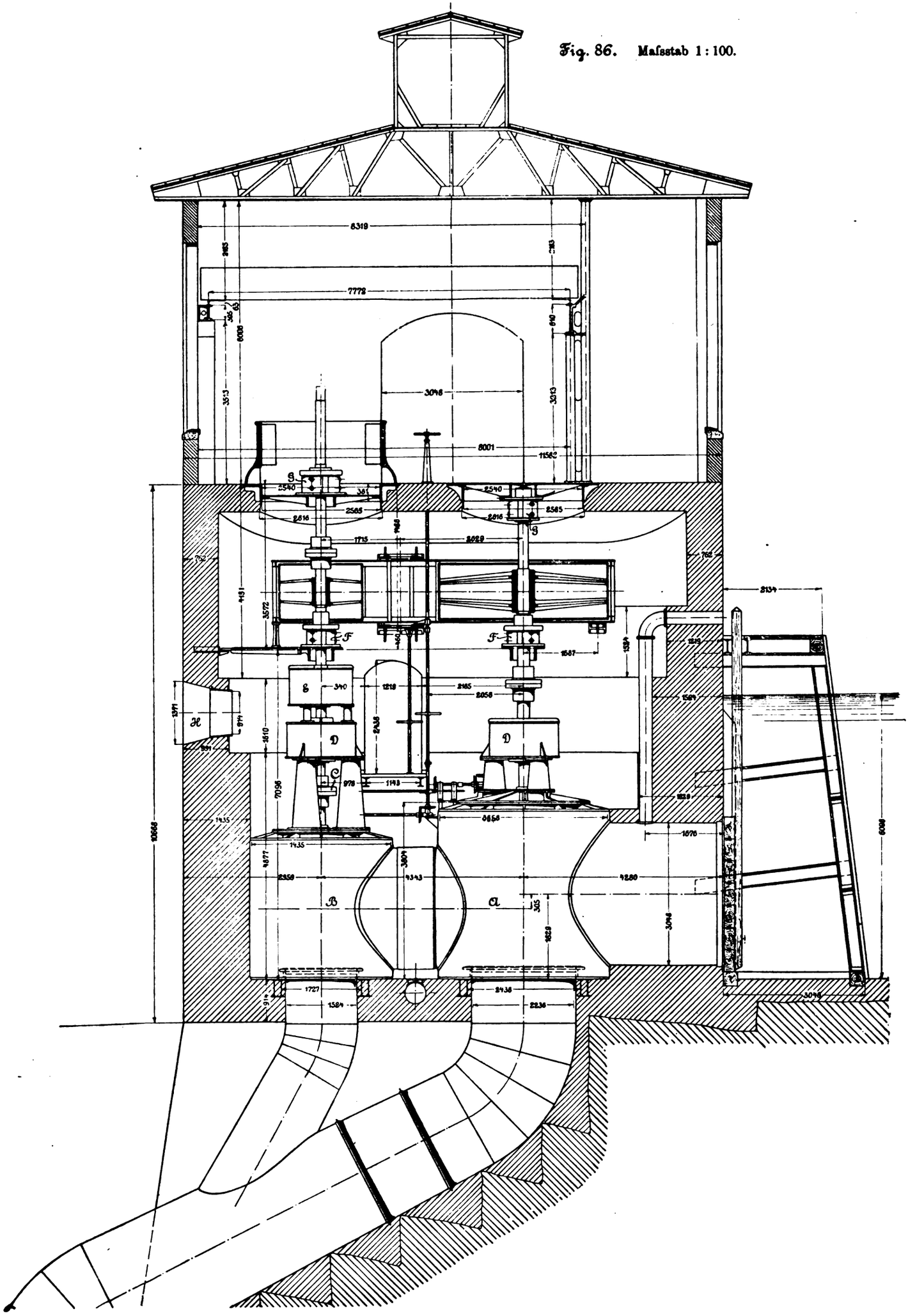


Fig. 86. Maßstab 1 : 100.



Die Radschaufeln sind meistens einzeln aus Gusseisen hergestellt und werden entweder in die Radnabe eingegossen oder durch Schrauben befestigt, immer aber durch aufsen aufgezogene schmiedeiserne Ringe zusammengehalten. Auch die Leitschaufeln sind aus Gusseisen, in der Regel jedoch mit den Radkränzen in einem Stücke gegossen.

Jede Fabrik führt eine gröfsere Anzahl Modelle von Leit- und Laufrädern (18 bis 20), bei welchen die Schaufelformen unverändert bleiben, und die sowohl für Turbinen mit wagerechter als auch mit senkrechter Achse beibehalten werden. Nur die Gehäuseform ist eine andere, die jedoch den Bewegungen des Wassers im Innern nicht genau Rechnung trägt. Für jeden besonderen Fall wird zu den gegebenen Verhältnissen das passendste Turbinenmodell nach dem Katalog ausgesucht, und, da es meistens auf Lager vorhanden ist, rasch geliefert.

Die gröfste Zahl der Turbinen wird wesentlich höher eingebaut, als der Unterwasserspiegel liegt, und dann mit einem nach unten sich etwas erweiternden Saugrohr versehen, das in das Unterwasser eintaucht.

Fig. 84 zeigt die Anlage einer »Victor«-Turbine von 55′ = 1397 mm Raddmr. und 1050 PS bei 50′ = 15,25 m Gefälle, wie sie in der Pillsbury-A-Mühle, Fig. 85 die Anlage zweier »Hercules«-Turbinen von 39″ = 990 mm Dmr. und 560 PS bei 50′ = 15,24 m Gefälle, wie sie in der Washburn-C-Mühle in Minneapolis eingebaut sind; nach diesen Mustern ist die gröfste Zahl der Turbinenanlagen mit senkrechter Achse überhaupt ausgeführt.

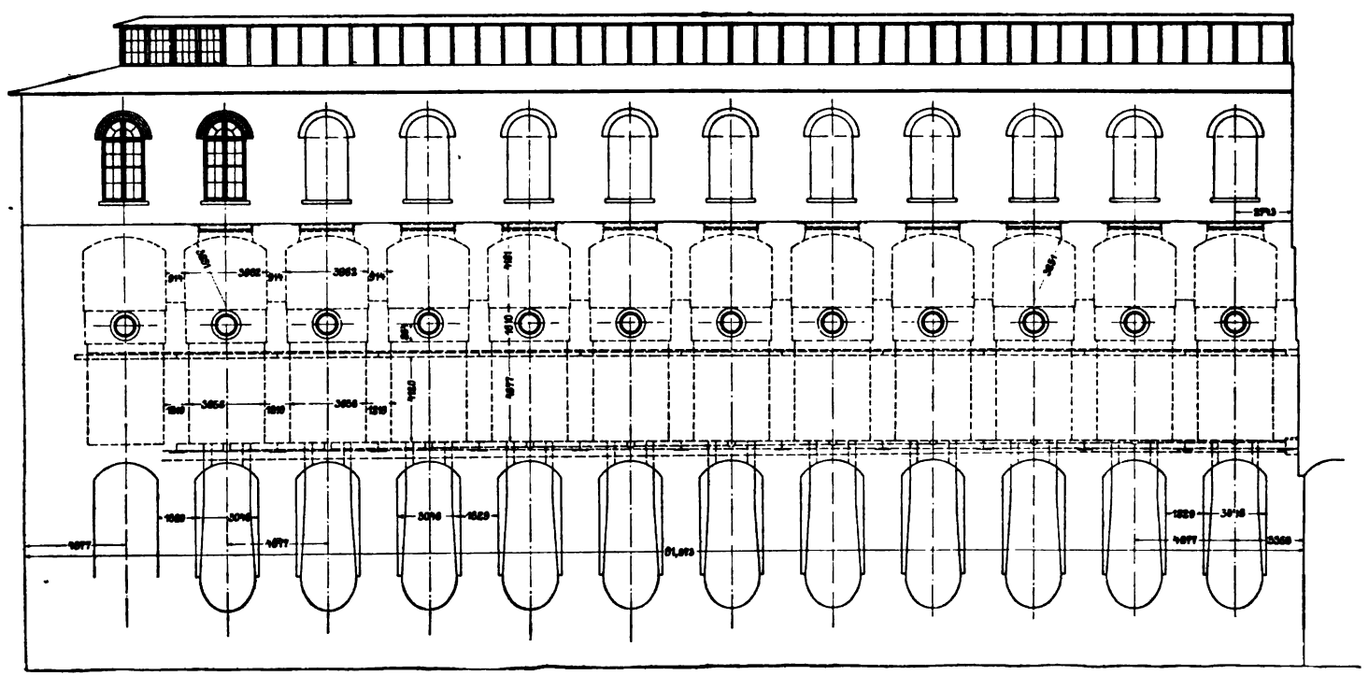
Eine von Stilwell & Bierce in Dayton mit »Victor«-Turbinen ausgestattete Anlage grofsen Umfanges zeigen die Fig. 86 und 87. Sie ist für die Portland General-Electric Co. in Oregon ausgeführt und benutzt die Wasserkräfte des Willamette-Flusses.

Das Gebäude zur Aufnahme der Turbinen und Dynamomaschinen liegt parallel zum Flusslaufe auf einem schmalen Damm zwischen dem Ober- und Unterwasserkanal, sodass für jedes Turbinenpaar nur ein kurzes Zuleitungsrohr erforderlich wird. Wie aus Fig. 86 ersichtlich ist, werden je eine grofse und eine kleine Turbine von einem gemeinsamen Zuflussrohre aus gespeist. Die Ablaufrohre dieser beiden Turbinen sind noch innerhalb des Gebäudes wieder vereinigt, und daher mündet von jedem Turbinenpaar aus auch nur ein Ablaufrohr im Unterwasser. Die Zentralstation enthält 10 solcher Turbinenpaare von je 42″ = 1065 mm und 60″ = 1525 mm Dmr. und ein Paar von je 48″ = 1220 mm Dmr.

Die zehn 42zölligen Turbinen, von welchen jede 200 Min.-Umdr. macht und bei 14,6 m Gefälle 600 PS entwickelt, dienen für den normalen Betrieb der Dynamomaschinen, welche am oberen Ende der senkrechten Turbinenwellen aufgesetzt sind. Ebenso sind die beiden Erregerdynamos bei den 48zölligen Turbinen, welche 125 Min.-Umdr machen, unmittelbar auf die senkrechten Wellen gesetzt. Eine dieser beiden Turbinen dient als Reserve.

Die zehn 60zölligen Turbinen treten nur dann in Wirksamkeit, wenn bei Hochwasser das Gefälle so klein geworden ist, dass dabei die 42zölligen Turbinen nicht mehr mit voller Geschwindigkeit getrieben werden können. Alsdann werden die Kupplungen *C*, Fig. 86, gelöst und die Dynamomaschinen

Fig. 87. Mafsstab 1 : 350.



von den grofsen Turbinen, welche nur 100 Min.-Umdr. machen, mittels Riemen und Spannrollen angetrieben, während die kleinen Turbinen stillstehen. Zu diesem Zwecke sind auf den Turbinenwellen Riemscheiben von 1830 und 3660 mm Dmr. und 1220 mm Breite aufgesetzt. Wenn die Riemen nicht benutzt werden, ruhen sie auf einer unterhalb der Scheiben angebrachten Unterstützung und werden durch die Spannwagen selbst von den umlaufenden Scheiben fern gehalten.

Die Turbinen sind mit zweierlei Lagern versehen, von welchen die in Fig. 86 mit *F* und *G* bezeichneten aus einzelnen verstellbaren Backen bestehen und eine einfache Führung der senkrechten Welle bezwecken. Die mit *D* und *E* bezeichneten haben jedoch eine Ausgleichung des hohen Konstruktionsgewichtes (15200 kg) der Armaturen, Riemscheiben und Wellen zu besorgen, insbesondere dann, wenn die kleinen Turbinen stillstehen und nur deren oberes Wellenende mitlaufen soll. Eines dieser Lager, *E*, ist als hydraulisches Drucklager ausgebildet, in welches Oel mit einem Drucke von 20 Atm. eingepresst wird. Ueberdies ist das Lager zur besseren Kühlung in ein cylindrisches Gefäfs eingeschlossen, durch welches beständig kaltes Wasser fliefst. Das Lager *D* wird dann zur Druckentlastung mit herangezogen, wenn die Oelpumpen etwa versagen sollten. Die 60zölligen Turbinen sind nur mit einem Drucklager versehen.

Die Regulirung der Turbinen erfolgt im Generatorraum, von welchem aus auch die Einlaufschützen bewegt werden können. Ein elektrisch betriebener Laufkran von 12 t Tragfähigkeit ist für die Bedienung angebracht; an seinen Tragsäulen sind die Schaltbretter befestigt. Die Dynamomaschinen

sind Thomson-Houstonscher Bauart und von der General Electric Co. in Boston geliefert.

Auch die Turbinen mit wagerechter Achse werden höher gelegt und, um einseitigen Lagerdruck zu vermeiden, bei allen gröfseren Ausführungen als Doppelturbinen ausgebildet, indem man entweder zwei einfache Turbinen in getrennten Gehäusen symmetrisch zu einander aufstellt oder in einem gemeinsamen Gehäuse unterbringt. Fig. 88 zeigt beide

Fig. 88. Mafsstab 1 : 200.

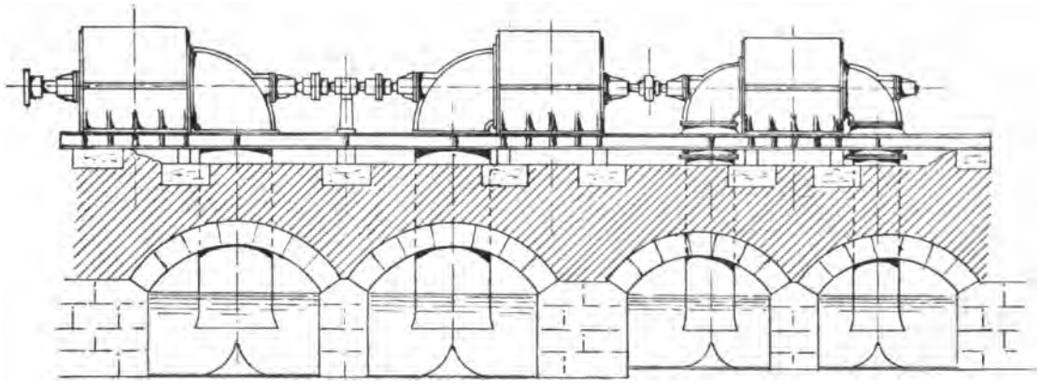
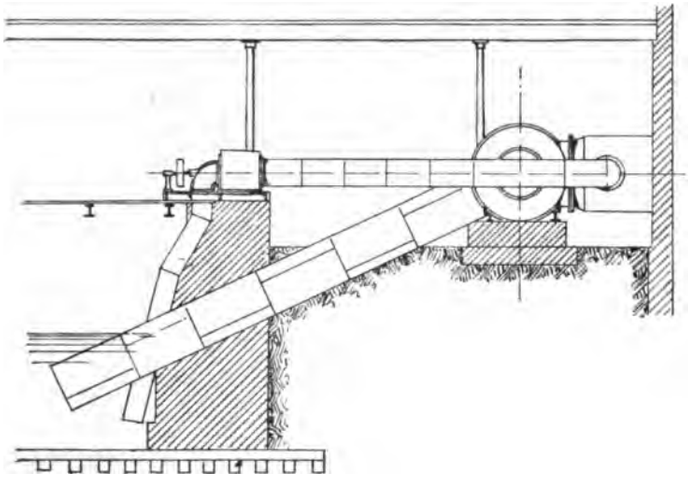


Fig. 89. Mafsstab 1 : 200.



Turbinensysteme in einer Anlage vereinigt, wie sie für die Amoskeag Co. in Manchester ausgeführt ist. Zwei einfache »Victor«-Turbinen von 40" = 1015 mm Raddmr. und je 800 PS bei 48½' = 14,78 m Gefälle, und eine Doppel-»Victor«-Turbine von 30" = 762 mm Raddmr. und 400 PS bei 27½' = 8,38 m Gefälle arbeiten auf eine gemeinsame Welle, von welcher die Kraft durch 6 Riemen von 30" = 762 mm Breite nach den oberen Stockwerken abgenommen und übertragen wird. Fig. 89 zeigt, in welcher Weise mehrere wagerechte Turbinen, die verschiedenen Zwecken dienen sollen, von einem gemeinsamen Zuflufsrohr aus gespeist werden.

Bei den Unterwasserstützzapfen läuft ausnahmslos eine gusseiserne Spur auf dem stark kugelförmig gewölbten Holzzapfen, dessen Abmessungen so grofs gehalten sind, wie es die Raumverhältnisse nur immer gestatten. Als Material wird Eichen- oder Pockholz verwendet. Stilwell & Bierce lassen das Eichenholz für die Zapfen mehrere Monate lang in Oel liegen, die Holyoke Machine Co. verwendet grünes Eichenholz, das vor dem Gebrauche 20 Stunden lang in Oel gekocht wird. Die Zapfen werden je nach Umständen mit 120 bis höchstens 300 Pfd. auf 1 Quadratzoll = 8½ bis 21 kg/qcm belastet und laufen stets ohne besondere Schmiere im Wasser.

Fig. 90. Mafsstab 1 : 25.

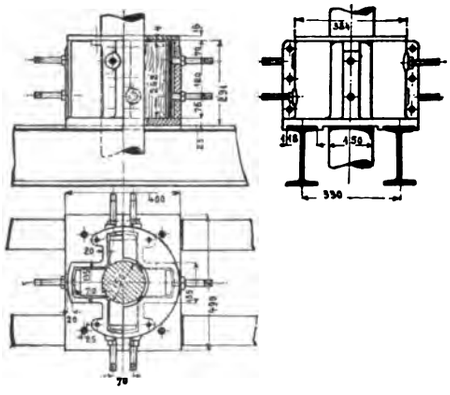
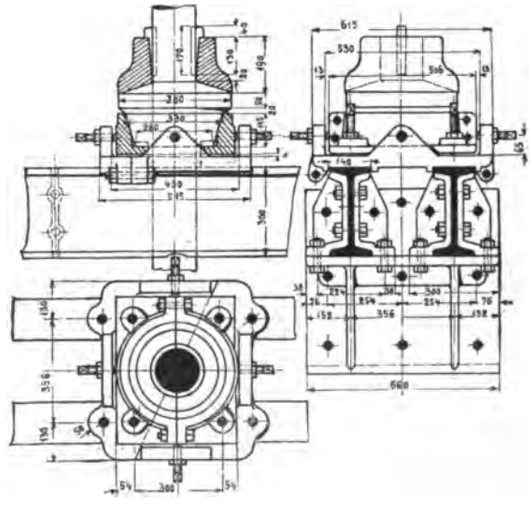


Fig. 91. Mafsstab 1 : 25.



Einzelne solcher Zapfen sollen bis 15 Jahre gehalten haben, welche Angabe von Turbinenbesitzern bestätigt wird. Freilich werden andere schon nach wenigen Stunden unbrauchbar, was wohl mit der Wahl des verwendeten Materials, der Reinhaltung, der Beschaffenheit des Wassers und genauer Montage in Zusammenhang stehen wird.

Die oberen Halslager, Fig. 90, sind ebenfalls aus Holzbacken gebildet, von welchen 4 im Kreise sitzen und durch Schrauben verstellbar sind. Die oberen Tragzapfen werden gleichfalls aus Holz hergestellt, wie dies Fig. 91 zeigt. Auch bei einfachen Turbinen mit wagerechter Achse wird die Konstruktion solcher ringförmiger Tragzapfen zur Aufnahme des einseitigen Druckes ausgeführt; sie sitzen dann im Abflusskrümmer dicht vor der Stopfbüchse.

Die Zahnräder werden von den besseren Firmen mit besonderer Sorgfalt ausgeführt. Das treibende Rad erhält meistens

Holzzähne. Die Räder werden sämtlich nach Modellen geformt und die Zahnflanken auch bei den Holzzähnen genau nach Schablonen gehobelt. Die dichte vorzügliche Beschaffenheit amerikanischen Holzes kommt hierbei wesentlich zu statten. Die Räder haben angenäherte Cykloidenverzahnung mit Teilungen bis zu 6″ = 152 mm und laufen ohne nennenswertes Geräusch und ohne Erschütterungen.

Fig. 92. Mafsstab 1 : 10.

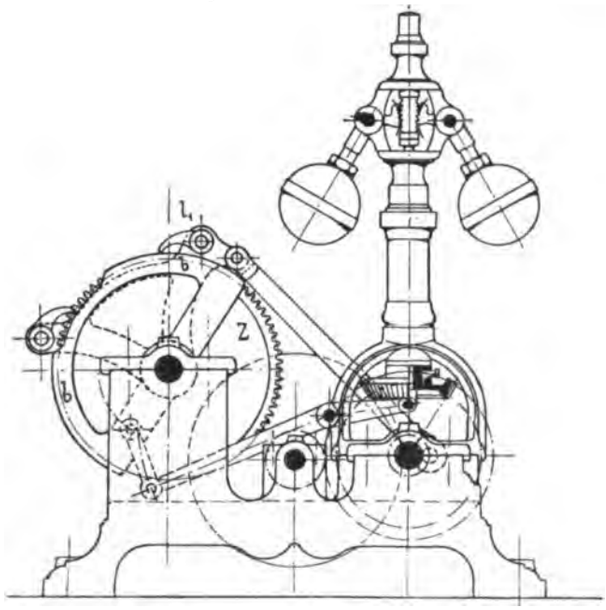


Fig. 93. Mafsstab 1 : 10.

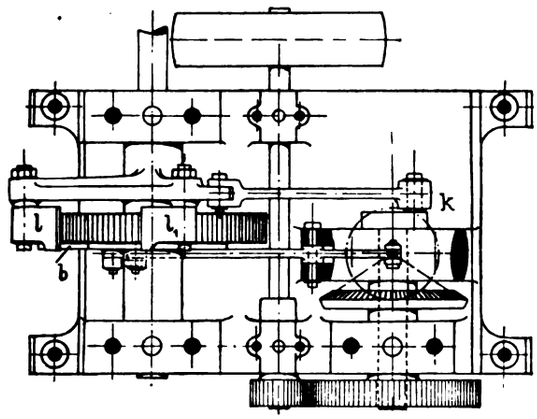


Fig. 94.

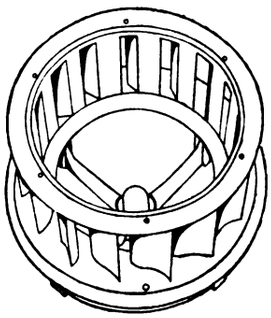
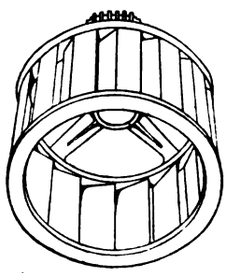


Fig. 95.

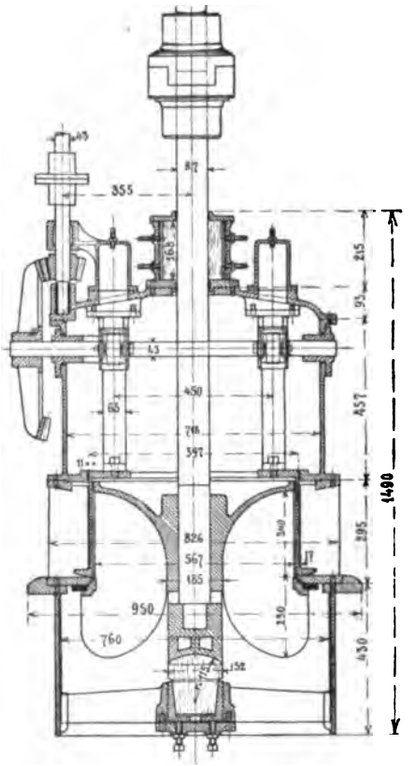


eine Kurbel *k* gedreht, von welcher zwei Klinken *l* und l_1 in schwingende Bewegung gesetzt werden, die auf dem Umfange eines Zahnrades *z* hin und her gleiten, und unter Umständen in dieses eingreifen können. Vom Regulator wird

Die Regulirung der Turbinen erfolgt am Leitapparat und wird sehr häufig durch Pendelregulatoren beeinflusst. Unter den Regulirvorrichtungen scheint die nachfolgende Konstruktion, Fig. 92 und 93, deren Zeichnungen von der Firma Stilwell & Bierce zur Verfügung gestellt wurden, die meiste Verbreitung gefunden zu haben.

Von irgend einer Welle oder einem Vorgelege aus wird

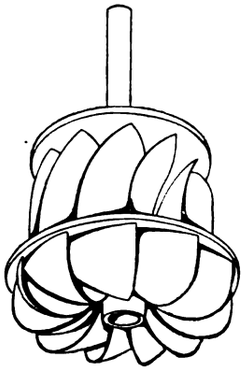
Fig. 97. Mafsstab 1 : 20.



eine einfache Blende *b* verdreht, welche sich zwischen beide Klinken und das Zahnrad schiebt. Wenn nicht regulirt wird, schleifen beide Klinken auf der Blende, und das Zahnrad steht still. Wenn aber regulirt wird, so wird die eine oder andere Klinke frei und kommt mit dem Zahnrad in Eingriff, wodurch dieses rechts oder links gedreht und dadurch die Bewegung auf die Regulirschützen übertragen wird.

Der Regulator selbst hat dabei nur wenig Arbeit zu leisten, und aus der Thatsache, dass bei vielen Turbinen die Regulirvorrichtungen in Thätigkeit gefunden worden sind (was sonst nicht immer der Fall ist), mag geschlossen werden, dass sie auch wirksam sind.

Fig. 96.



In vielen Fällen, insbesondere in Spinnereien, wo eine besonders hohe Gleichförmigkeit des Ganges verlangt wird, lässt man mit den Turbinen zusammen gerne eine Dampfmaschine laufen, welche dann die genaue Regulirung übernimmt. Dieser Umstand gestattet, dass, wie erwähnt, in Holyoke die Umdrehungszahl der Turbinen bei der Berechnung der verbrauchten Wassermenge als eine unveränderliche angesehen werden kann.

Von den in der Ausstellung in Chicago vertretenen amerikanischen Firmen haben nur Stilwell & Bierce in Dayton in entgegenkommender Weise Zeichnungen zur Verfügung gestellt; es kann daher an der Hand derselben die Konstruktion ihrer Turbinen am besten erläutert werden, um so mehr, als die Firma zu den bedeutend-

sten zählt und eine grofse Zahl von Turbinen aller Art ausgeführt hat.

Die Firma führt wagerechte und senkrechte Turbinen in 2 verschiedenen Konstruktionen aus, welche sich hauptsächlich durch die Art der Regulirung von einander unterscheiden. Während bei der älteren Konstruktion das Leitrad in 2 konzentrisch in einander sitzende Teile zerschnitten ist, von welchen der innere sich gegen den äufseren, der fest ist, verdrehen läsat, und dadurch die Leitkanäle verengt oder schliefst, Fig. 94 bis 96, wird bei der neueren Konstruktion in ähnlicher Weise, wie bei den Hercules-Turbinen, eine Ringschütze zwischen Lauf- und Leitrad von oben nach abwärts geschoben. Diese Schütze ist an zwei Zahnstangen aufgehängt und hat an ihrem unteren Ende Knaggen, welche zwischen die Leitschaufeln greifen und daselbst eine bessere Wasserführung gewähren.

Fig. 98. Mafsstab 1 : 40.

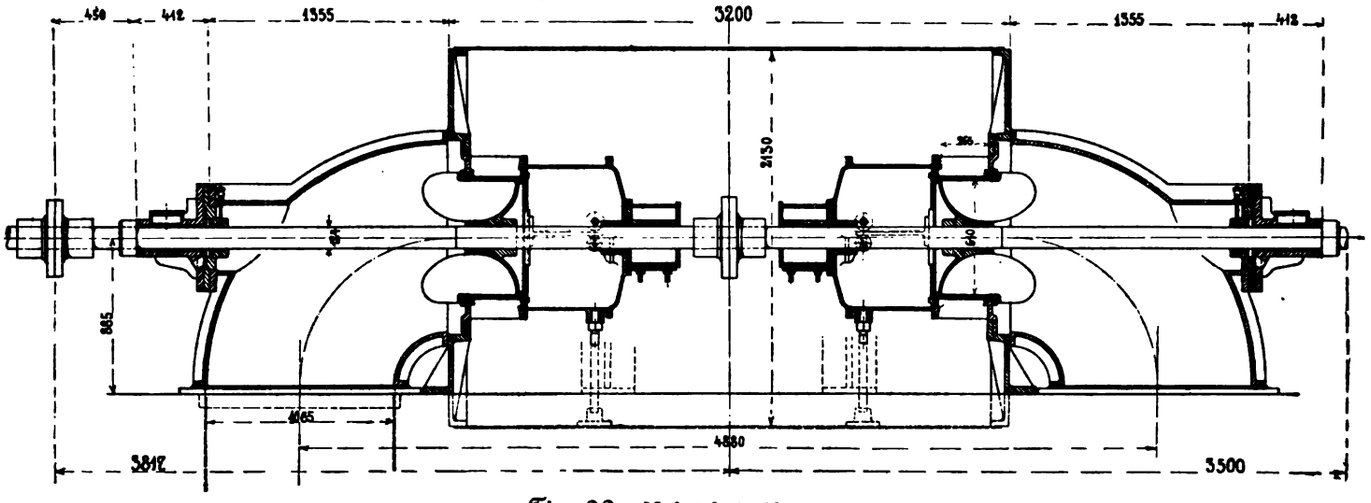
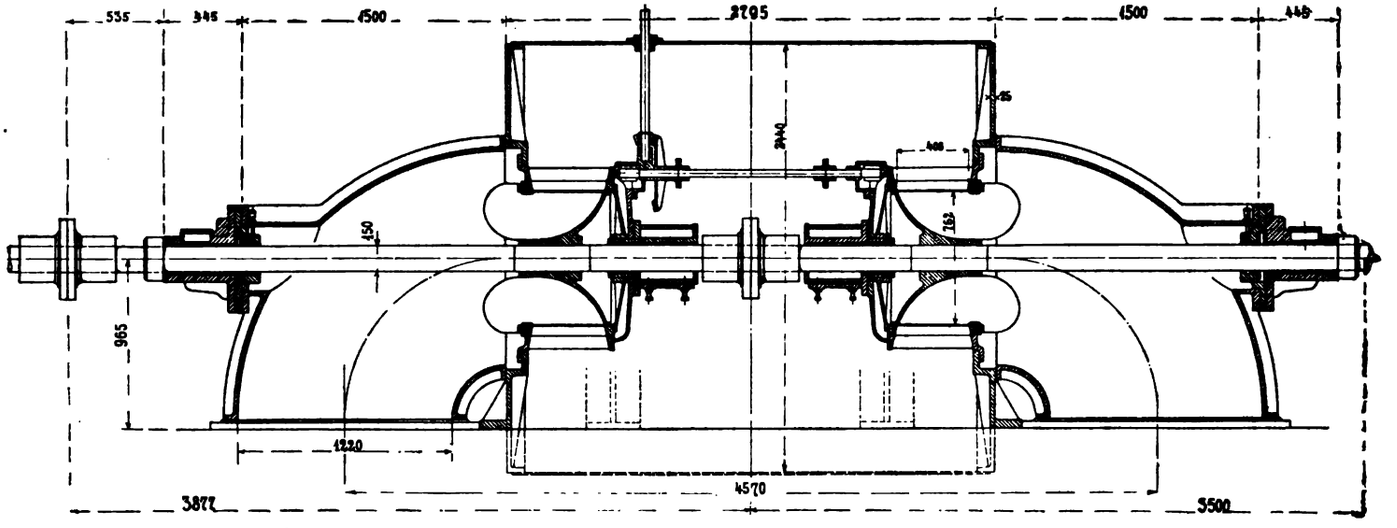


Fig. 99. Mafsstab 1 : 40.



Die erstere Konstruktion wird »Register Gate«-Turbine genannt und in 18 verschiedenen Modellen von 6″ bis 60″ = 150 bis 1525 mm Laufraddmr. ausgeführt, letztere wird »Cylinder Gate«-Turbine genannt und in 16 verschiedenen Arten von 15″ bis 60″ = 375 bis 1525 mm Laufraddmr. zur Ausführung gebracht. Die Firma verfügt somit über 34 verschiedene Modelle und hält alle gangbaren Gröfsen in verschiedenen Ausführungen auf Lager.

Eine einfache senkrechte Turbine von 21″ = 533 mm Laufraddmr. mit Cylinder Gate ist in Fig. 97 dargestellt und daraus nicht nur die Konstruktion der Ringschütze, sondern auch die des Holzzapfens genügend ersichtlich. Der aus einem Stück hergestellte Zapfen ist mit seinem unteren konischen Ende fest in einen gusseisernen Topf eingesetzt, welcher in den unteren Lagerbalken, durch Schrauben verstellbar, eingelegt ist. Der Lagerbalken ist seitlich in einfache Taschen des Turbinengehäuses ohne Verschraubung eingeschoben und mit Zink vergossen. Wird der unten am Lagerbalken befindliche Deckel gelüftet, so kann der Zapfen nach unten herausgezogen und auf diese Weise leicht ausgewechselt werden. In den Saugröhren, welche sich an das Turbinengehäuse anschliefsen, sind zu diesem Zwecke seitliche Mannlöcher angebracht.

Die auf dem Holzzapfen laufende Spur ist aus Gusseisen, an der Lauffläche sauber bearbeitet und polirt und auf das untere Ende der Turbinenwelle aufgesteckt. Das Gussstück ist mit seitlichen Durchbrechungen hergestellt, um Wasserumlauf und dadurch Kühlung des Zapfens herbeizuführen.

Die Leitschaufeln sind entweder eben geformt und dann tangential gestellt, wie bei den Cylinder Gate-Turbinen, oder leicht gekrümmt, wie bei den Register Gate-Turbinen aus Fig. 94 und 95 ersichtlich ist. Die gusseisernen Radschaufeln erhalten Krümmung nach 2 Richtungen, Fig. 96, und bilden jedesmal mit dem nach abwärts gerichteten haubenförmigen Fortsatz ein Stück. Sie werden in die Radnaben eingegossen und am äufseren Umfange durch angenietete Laschen und einen warm aufgezogenen schmiedeisernen Ring unter einander fest verbunden.

Soll den Turbinen das Wasser in geschlossenen Röhren zugeführt werden, dann werden sie je nach der Gröfse in ein gusseisernes oder schmiedeisernes Gehäuse eingeschlossen, welches den Anschluss der Zuflussröhren leicht gestattet.

Fig. 98 zeigt die Anordnung einer wagerechten Cylinder Gate-Doppelturbine von 24″ = 610 mm Laufraddmr., welche sich im übrigen selbst erklärt. Die Regulirung dieser Doppelturbine wird für beide Leiträder gleichzeitig durchgeführt, indem die vom Regulator beeinflusste, in das Gehäuse eintretende Welle mit Rädern die Zahnstangen beider Ringschützen bewegt. Das meist aus Blech gefertigte Gehäuse und der Anschluss der Wasserzuflussröhren wird in jedem Falle den örtlichen Verhältnissen angepasst.

Eine wesentlich geringere Konstruktionshöhe als die Cylinder Gate-Turbinen erhalten die mit Register Gate, was sich besonders bei den Doppelturbinen bemerkbar macht. In

Fig. 100.

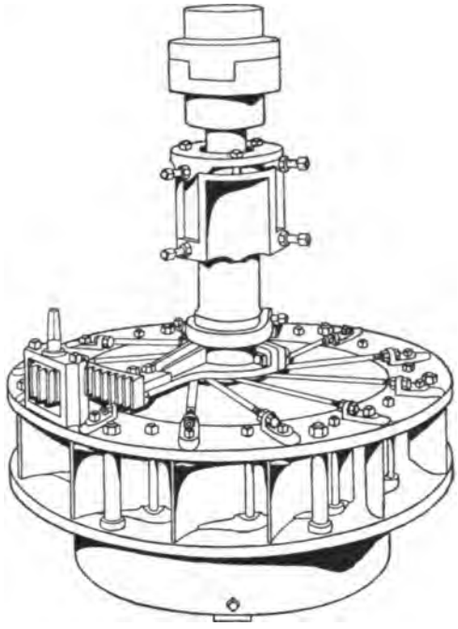


Fig. 99 ist eine solche von 30″ = 762 mm Laufraddmr. dargestellt und daraus zugleich ersichtlich, in welcher Weise die Regulirung durch Verdreben der inneren Leitschaufelringe bei beiden Turbinen gleichzeitig vorgenommen wird. Bei un-

Fig. 101. Mafsstab 1 : 20.

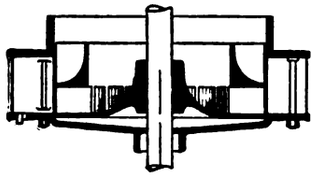
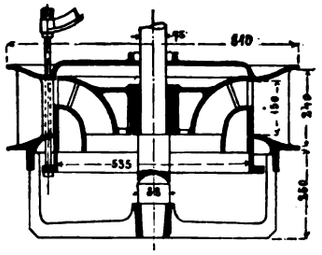


Fig. 102. Mafsstab 1 : 20.



reinem Wasser hat diese Regulirung jedoch Schwierigkeiten, weshalb in solchen Fällen trotz der gröfseren Konstruktionshöhe die Cylinder Gate-Turbinen den Vorzug erhalten.

Die Angaben über den Nutzeffekt der Turbinen gehen ins Unglaubliche. Da es jedoch nicht möglich gewesen ist, entsprechenden Versuchen persönlich beizuwohnen, mag eine Kritik der angegebenen Zahlen an dieser Stelle vermieden werden.

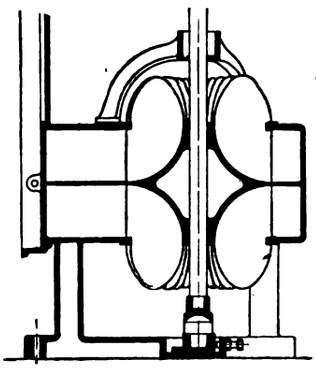
Die Leffel Water Wheel & Engine Co. in Springfield, Ohio, hat eine senkrechte Turbine von 22″ = 560 mm Laufraddmr., welche aus Bronze hergestellt ist, eine wagerechte Turbine von 14″ = 355 mm Laufraddmr. und ein kleines, sauber vernickeltes Modell ausgestellt.

Die äufsere Bauart dieser Turbinen ist aus Fig. 100 ersichtlich. Die Leitschaufeln sind um eine parallel zur Turbinenwelle gerichtete Achse drehbar eingesetzt und tragen an ihrem äufseren Ende einen Zapfen, der durch einen Schlitz des oberen Radkranzes hindurchtritt und dort von einer Lenkstange angefasst wird. Sämtliche Lenkstangen laufen auf einer Drehscheibe zusammen, welche die Turbinenwelle umfasst und vom Regulator aus verdreht wird. Alle Leitschaufeln werden dadurch gleichzeitig verstellt und damit die Beaufschlagung der Turbinen geregelt.

Das Laufrad der Turbine, Fig. 101, ist durch eine senkrecht zur Achse angebrachte Scheidewand in zwei Teile geteilt, von denen der obere mit dem Leitapparat zusammen eigentlich eine Francis-Turbine bildet, während der untere Teil die doppeltgekrümmte Schaufelform amerikanischer Turbinen, jedoch ohne den haubenförmigen Fortsatz, zeigt. Die Gründe für eine solche Konstruktion sind nicht recht durchsichtig; der Turbine wird jedoch, vielleicht der sauberen Ausführung wegen, in neuerer Zeit grofse Beliebtheit zugesprochen.

Die Firma B. H. J. Sanford in Sheboygan Falls, Wisc., baut ihre Laufräder ebenfalls zweiteilig, jedoch so, dass Räder von amerikanischem Typus ohne haubenförmigen Schaufelfortsatz in einander geschachtelt werden, wie dies Fig. 102 ersichtlich macht. Die Regulirung erfolgt durch Ringschützen, welche von unten nach oben zwischen Lauf- und Leitrad geschoben werden. Zu diesem Zwecke ist die Ringschütze mit Führungsstangen versehen, welche durch die an diesen Stellen dicker ausgebildeten Leitschaufeln hindurch gehen und dadurch ihre Führung erhalten. Oberhalb der Turbine sind die Führungsstangen durch ein Armkreuz verbunden, welches die Turbinenwelle umfasst und dort durch Hebel auf und nieder gezogen wird. Die Turbine gewährt den Vorteil einer guten Wasserführung dann, wenn der Ringschieber an der Radteilung steht. Die konstruktive Durchführung ist jedoch eine mangelhafte, weil die Herstellung der Laufräder mit den doppelt gekrümmten und durch einen Zwischenboden unterbrochenen Schaufeln sehr schwierig wird. Es ist denn auch durch Stehbolzen, die zwischen Radnabe und Zwischenboden angebracht sind, eine Versteifung hergestellt, die wohl nur als ein Notbehelf und nicht als gute Lösung bezeichnet werden muss.

Fig. 103. Mafsstab 1 : 25.



Die Firma ist in der Ausstellung nur mit 3 senkrechten Turbinen vertreten, von welchen die eine 21″ = 533 mm, die anderen beiden 32″ = 812 mm Laufraddmr. und verschiedene Radhöhen haben. Hier sowohl wie bei den Leffel-Turbinen zeigen die Holzzapfen genau die schon beschriebene Konstruktion, nur mit dem Unterschiede, dass sie bei den kleineren Turbinen unmittelbar in den Lagerbalken, und daher nicht mit Schrauben verstellbar, eingesetzt sind.

Werden 2 den Victor-Turbinen ähnlich geformte Laufräder mit ihren oberen flachen Radscheiben zusammengesetzt in einem Stück gegossen hergestellt und so ohne Leitapparat in ein exzentrisches Gehäuse eingesetzt, Fig. 103, so erhält man die Konstruktion jener Turbinen, welche von der Firma J. C. Wilson & Co., Picton, Ont., zur Ausstellung gebracht sind. Entsprechend der Zweiteiligkeit des Laufrades ist auch das exzentrische Gehäuse in der zur Achse senkrechten Richtung durch eine Mittelwand in 2 Teile geteilt und dadurch die Möglichkeit gegeben, jede Hälfte für sich allein beaufschlagen zu lassen.

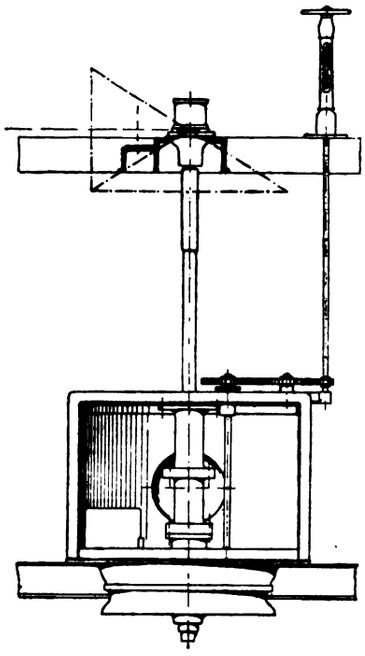
Der Einlauf in die exzentrischen Gehäuse wird durch eiserne Schützen geschlossen, welche bei den gröfseren Ausführungen auf Rollen laufen und mittels Zahnstangengetriebe bewegt werden. Die Zapfenkonstruktion ist in der üblichen Weise durchgeführt; es ist jedoch nicht ersichtlich, in welcher Weise einer Entlastung bei nur halber Beaufschlagung des Rades Rechnung getragen ist.

In der Ausstellung befinden sich 2 senkrechte Turbinen von 14″ = 355 mm und 24½″ = 622 mm Laufraddmr. und eine wagerechte Turbine von 16″ = 405 mm Raddmr. Die

Firma hat auf die an sie gerichtete Anfrage nicht geantwortet, und es ist deshalb nähere Auskunft über Einzelheiten nicht zu erlangen gewesen.

Aufser den erwähnten Turbinenkonstruktionen ist in der

Fig. 104. Mafsstab 1 : 50.



Ausstellung noch die Pelton Water Wheel Co. in San Francisco mit einem Wasserrad bekannter Konstruktion [1]

[1] Z. 1892 S. 1181.

von 32" = 813 mm Dmr. vertreten, an dessen Radachse unmittelbar eine Dynamomaschine gekuppelt ist. Die nötige Druckhöhe für das Betriebswasser des Rades wird durch ein eigenes Pumpwerk erzeugt. Die Anlage wird sich in der ausgeführten Weise zu Messungen mannigfacher Art gut eignen, war jedoch Ende Mai in der Montage noch soweit zurück, dass an Betrieb nicht gedacht werden konnte.

Ueber die Form der Schaufelungen waren bestimmte Angaben nicht zu erlangen, da in vielen Fällen auch keine Zeichnungen darüber vorliegen. Die Schaufelformen werden von jeder Firma mehr oder weniger als ein Geheimnis angesehen, das durch zahlreiche Versuche mühsam erprobt ist und daher ängstlich gehütet wird. Eine Berechnung nach europäischem Muster scheint überhaupt nicht vorzuliegen. Man nimmt eine Form der Schaufelung mehr nach dem Augenmafs an, und verändert sie an der Hand von Bremsversuchen so lange, bis ein guter Nutzeffekt erzielt ist. Nur so ist es erklärlich, dass die Schaufelform als der wichtigste und kostbarste Teil der Turbine betrachtet und daher unter keinen Umständen preisgegeben wird.

Die einzige fremdländische Turbine, welche bis Ende Mai in der Ausstellung zu sehen war, ist von der Firma Briegleb, Hansen & Co. in Gotha geschickt. Es ist eine Achsialturbine von 1 m Dmr., für 5 m Gefälle und 1 cbm Wasser pro Sek. gebaut und von der, unter dem Namen Knop-Turbine in Europa bekannten Konstruktion. Die Regulirung erfolgt mit Henkels' Fächerschieber durch fortschreitendes Abdecken der Leitradzellen. Ein Sammelkasten, welcher sich im Kreise über den Leitradzellen bewegt, nimmt die losen Deckplatten durch Uebereinanderschieben in sich auf, oder lässt die gesammelten Platten der Reihe nach auf die Leitkanäle fallen. Die Ausführung zeichnet sich durch saubere Arbeit vorteilhaft gegen die amerikanischen Turbinen aus. Fig. 104 zeigt eine Ansicht der ausgestellten Turbine — eine Schnittzeichnung war nicht zu erhalten.

E. Reichel.

Wasserkraftanlagen am Niagara.

Im Anschlusse an die Studien über Wasserkräfte in Amerika und an das, was schon früher über die Ausnutzung der bedeutendsten aller Wasserkräfte am Niagara von Prof. A. Riedler [1]) veröffentlicht worden ist, erübrigt es noch, über den gegenwärtigen Stand der Arbeiten und die jetzigen Absichten der Cataract Construction Co. einiges hinzuzufügen.

Gegenüber dem ursprünglichen Bauplane haben sich in der Ausführung wesentliche Veränderungen als notwendig herausgestellt, welche in den seither geänderten Absichten der Gesellschaft, in der Neuheit der durchzuführenden Arbeiten, in den dabei auftretenden technischen Schwierigkeiten und der Anwendung neuer technischer Hilfsmittel ihre Begründung finden. Durch die seit dem letzten Berichte des Hrn. Riedler geänderte technische Leitung und den damit im Zusammenhang stehenden Wechsel der Absichten und Ziele ist dem ganzen Unternehmen ein so völlig anderer Charakter aufgedrückt, dass heute schon ein Teil der durchgeführten Arbeiten als den jetzigen Zwecken nicht mehr ganz entsprechend angesehen werden muss.

Die beim Beginn der jetzt ausgeführten Arbeiten leitende Absicht war die einer Kraftwasserverteilung.

Aus einem breiten zentralen von der Cataract Const. Co. herzustellenden Oberwassergraben sollten die in der Nähe entstehenden Fabrikanlagen ihr Kraftwasser beziehen. Jede Fabrikanlage sollte sich dann unabhängig, ähnlich wie dies in Holyoke oder Minneapolis geschehen ist, ihre Turbinenanlage selbst schaffen und das Verbrauchswasser durch Zweigkanäle einem zentralen Unterwasserkanal zuführen, welcher ebenfalls von seiten der Gesellschaft herzustellen war.

Unter Festhaltung dieses Prinzips sind die Arbeiten begonnen worden, und die Gesellschaft hat in der Nähe des geplanten Obergrabens ausgedehnte Ländereien erworben, welche in einem grofsen Bogen die Stadt Niagara umschliefsen und sich weit am Flussufer entlang ziehen. Zum teil ist am Ufer dem Flusse selbst durch umfangreiche Zuschüttungen Baugrund abgerungen worden. Die Ländereien sind dem Verkehr dadurch erschlossen, dass die Gesellschaft eigene Bahngleise hindurchlegen liefs und im Flusse selbst einen Hafen herstellen will, der die Verbindung zu Wasser mit dem oberhalb liegenden Buffalo und dem Erie-See herstellt.

Der ganze Plan war von dem in Amerika bestens bekannten Civilingenieur Cl. Herschel unverkennbar in grofsen Zügen entworfen und trug den Charakter einer einheitlich durchgeführten Arbeit auf der Grundlage jener Erfahrungen, unter welchen bisher in Amerika Wasserkräfte überhaupt und mit grofsem Erfolge ausgenutzt wurden.

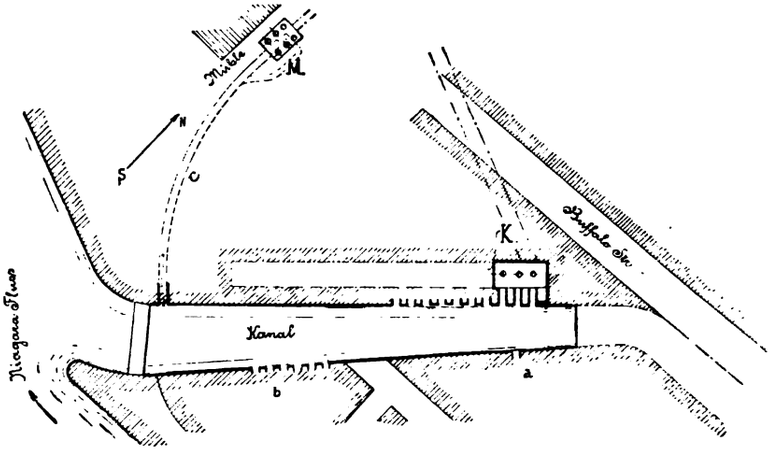
Gegenwärtig ist das Unternehmen durch das Bestreben beeinflusst, grofse Kraftzentralen anzulegen und die erzeugte Kraft an beliebige Stellen fernzuleiten, an welchen sich bereits grofse Industrien befinden, oder welche der Anlage von Fabriken günstiger sind als die unmittelbare Nähe der Kraftzentrale selbst. Die ursprüngliche Grundlage des Unternehmens ist hierdurch verschoben. Gegenwärtig ist davon, dass in kurzer Zeit sich in Niagara eine bedeutende Zahl von Fabrikanlagen ansiedeln würde, keine Rede mehr, und es ist bisher bei der Ausführung einer grofsen Papiermühle, welche rd. 3000 PS verbraucht, geblieben. Das Hauptabsatzgebiet der Kraft wird in dem nahe gelegenen und sich rasch entwickelnden Buffalo gesucht, und damit ist nicht nur dem ganzen Unternehmen die ursprüngliche Grundlage entzogen, sondern die bereits fertig gestellten oder in Angriff genommenen Arbeiten müssen den geänderten Absichten neu angepasst werden.

In unserer schnell lebenden Zeit, und insbesondere in Amerika, wo ein Wechsel der Anschauungen sich rascher vollzieht als in Europa, ist es begreiflich, dass Arbeiten von der Gröfse und Bedeutung der Ausnutzung der Niagara-Fälle, die sich naturgemäfs über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstrecken müssen, solchen geänderten Ansichten um so mehr unterworfen sind, als eine grofse Zahl von Interessen in einem Punkte zusammenlaufen und eigentlich die ganze technische Welt an der Ausführung mehr oder weniger Anteil nimmt.

Es ist notwendig, bei Beurteilung der ganzen Sachlage diesen Umstand gebührend in Erwägung zu ziehen, weil man sonst leicht zu falschen Schlüssen und ungerechter Verurteilung mancher Einzelkonstruktion kommen könnte. Im Folgenden sollen die Bauarbeiten in ihrem jetzigen Standpunkt geschildert werden.

Der grofse zentrale Oberwassergraben, Fig. 105, von welchem aus die Wasserverteilung ursprünglich stattfinden

Fig. 105.



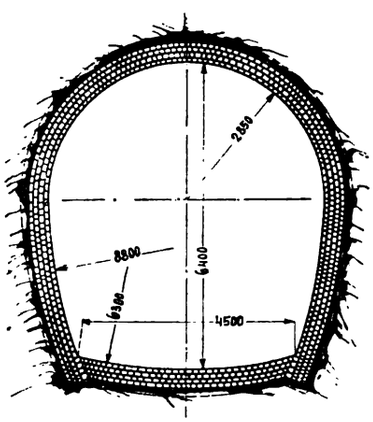
[1]) Z. 1892 S. 1219 u. f.

sollte, ist fertiggestellt, ausgemauert und gegen den Fluss hin durch einen Damm geschlossen. Die Mündung des Grabens in den Strom ist stromabwärts gerichtet, und es soll durch einen ferner noch anzubringenden Abweiser der Graben im Winter eisfrei erhalten werden.

In den Seitenwänden des Grabens sind Oeffnungen gelassen, durch welche den später einzubauenden Turbinen der Zentralstation oder aber anderen in der Nähe sich ansiedelnden Fabriken das Nutzwasser zugeführt werden soll. Die Oeffnungen sind sämtlich mit Falzen versehen und durch eingeschobene Holzwände abschliefsbar. An der Nordseite des Grabens findet bei *c* der Anschluss eines Oberwassergrabens statt, welcher der erwähnten, erst kürzlich erbauten Papierfabrik das Wasser zuleiten soll. Bei *K* sind zehn Oeffnungen in einer Reihe gelassen, durch welche die Turbinen der neuen Zentralstation gespeist werden sollen, und an der Südseite sind bei *b* sechs Oeffnungen, bei *a* eine Oeffnung für die künftige Entwicklung im Süden hergestellt.

In der Zentralstation bei *K* gelangen vorläufig nur 3 Turbinen zu je 5000 PS zur Aufstellung, für deren Wasserzuführung grofse schmiedeiserne Röhrenstutzen von elliptischem Querschnitt in die vorhin erwähnten Oeffnungen eingelegt und dann eingemauert werden, Fig. 107. Der Abschluss erfolgt durch Schützen, welche mit Rollenführung geplant sind. An die eingemauerten Rohrstutzen schliefsen sich zuerst Krümmer mit kreisrundem Querschnitt an, welche in senkrechte Röhren von 2290 mm Dmr. übergehen, die bis zu den tiefliegenden Turbinen führen. Ursprünglich war geplant, für jede der Turbinen einen getrennten Schacht herzustellen. Genauere Berechnungen und Erfahrungen bei den Felsarbeiten haben aber gezeigt, dass es billiger wird und eine gedrängtere Anordnung möglich ist, wenn die Turbinen in einen gemeinsamen langen Schlitz aufgestellt werden. Dementsprechend ist ein solcher rechteckiger Schacht in Ausführung begriffen, in welchem die 3 ersten Turbinen untergebracht werden sollen. Dieser senkrechte Schacht mündet unten in das äufserste Ende des Unterwassertunnels ein, welcher in einer Länge von rd. 7000′ = 2150 m bis zum Niagarafluss unterhalb der amerikanischen Fälle und dicht bei der Suspension-Brücke führt.

Fig. 106.



Das Profil dieses Tunnels ist in Fig. 106 dargestellt. Er hat ein Gefälle von durchschnittlich 7 pCt, einen lichten Querschnitt von 335,45 Quadratfufs = 31,19 qm und soll bei Vollfüllung und entsprechend erhöhter Abflussgeschwindigkeit für 100000 PS ausreichend sein.

Der Tunnel ist am Ende des vorigen Jahres fertiggestellt worden, und die gesamten Ausführungskosten haben rd. 1000000 $ betragen. Der Bau kostet nur etwa den vierten Teil dessen, was bei der ersten Projektverfassung für den Abflusstunnel in Aussicht genommen war, allerdings unter der Voraussetzung eines Tunnels, welcher für 150000 PS ausreichen sollte. Der Tunnel mündet in seiner geradlinigen Fortsetzung etwa 3 m über dem Unterwasserspiegel des Flusses und erst später ist die Ausmündung nach abwärts gekrümmt und in das Unterwasser gelegt worden.

Die Bauschwierigkeiten bei Herstellung dieses Tunnels waren bedeutende, da man ihn nicht, wie anfangs geplant, in einer dichten Kalksteinschicht, ohne Ausmauerung herstellen konnte. Es zeigte sich vielmehr, dass das Gestein ziemlich wasserdurchlässig war und zum teil aus brüchigem Schiefer bestand, welcher eine Ausmauerung des Tunnels auf nahezu seine ganze Länge notwendig machte. Trotzdem sind die Baukosten in der angegebenen Weise niedrig geblieben. Die Ausführung der Bauarbeiten sowohl im Tunnel wie auch in dem senkrechten Turbinenschacht ist im höchsten Grade interessant, insbesondere durch die echt amerikanischen, einfachen Mittel, mit welchen die Gesteinsarbeiten und die Materialförderung besorgt werden. In den senkrechten Schächten ist der Zustand des Gesteins ein solcher, dass bei dessen wagerechter Schichtung von einer Ausmauerung vorläufig abgesehen werden soll. Eine besondere Wasserhaltung beim Abteufen ist nicht angebracht. Man hat zuerst den Unterwassertunnel auf kürzestem Wege zu erreichen gesucht, und durch ihn fliefsen jetzt die zulaufenden Wässer einfach ab. Nur zu Zeiten, wo das abstürzende Leckwasser bedeutend wird und die Arbeiten hindert, wird eine Wasserhebung durch gewöhnliche Dampfpumpen bewerkstelligt.

Die gesamte Gefällhöhe vom Wasserspiegel des Oberwassergrabens bis zum Unterwasser im Niagara an der Mündung des Tunnels in den Fluss beträgt, da oberhalb der eigentlichen Fälle noch das Gefälle in den Stromschnellen hinzukommt, 217,5′ = 66,29 m. Von diesem gesamten Gefälle werden jedoch nur 136′ = 41,42 m ausgenutzt, da erstens, wie erwähnt, der Tunnel etwa 3 m über Unterwasser mündet, zweitens durch das Gefälle im Tunnel und die Reibung an seinen Wandungen etwa 18,3 bis 18,9 m verloren gehen, und endlich drittens die Turbinen im senkrechten Schacht um etwa 2,7 m höher gesetzt sind, als die obere Mündung des Tunnels liegt.

Das gröfste Interesse nimmt gegenwärtig der Bau der Turbinen selbst und ihr Einbau in den erwähnten senkrechten Schacht, der demnächst beginnen soll, in Anspruch. Zur Beurteilung der vorliegenden Verhältnisse ist es nötig, auch auf den amerikanischen Turbinenbau einen Blick zu werfen.

Gegenwärtig werden in Amerika für grofse Leistungen fast ausschliefslich horizontale Doppelturbinen zur Anwendung gebracht, bei welchen die Kraft durch Riemen oder Seile von der wagerechten Welle abgenommen wird. Beim Auftauchen der Projekte über die Niagara-Wasserkraftausnutzung wurde von amerikanischen Ingenieuren versucht, dieses Turbinensystem auch für den vorliegenden Fall zu verwenden.

Die Versuche scheiterten jedoch an dem grofsen Raumbedürfnis solcher Bauart sowie an den Uebertragungen der Kraft durch Riemen oder Seile. Gegen völlig unterirdische Maschinenräume lag zur Zeit der Projektausarbeitung eine unüberwindliche Abneigung vor, hauptsächlich wegen der Befürchtung, dass solche Räume nicht trocken zu halten seien, künstliche Beleuchtung erfordern und überhaupt eine unbequeme und dadurch nicht ungefährliche Wartung ergeben.

Die horizontalen Turbinen amerikanischer Bauart sind deshalb von vornherein von der Kraftstation ausgeschlossen worden, wozu noch der Umstand trat, dass die Herstellung grofser unterirdischer Maschinenräume erhöhte Kosten durch teure Gesteinsarbeiten hervorgerufen haben würde.

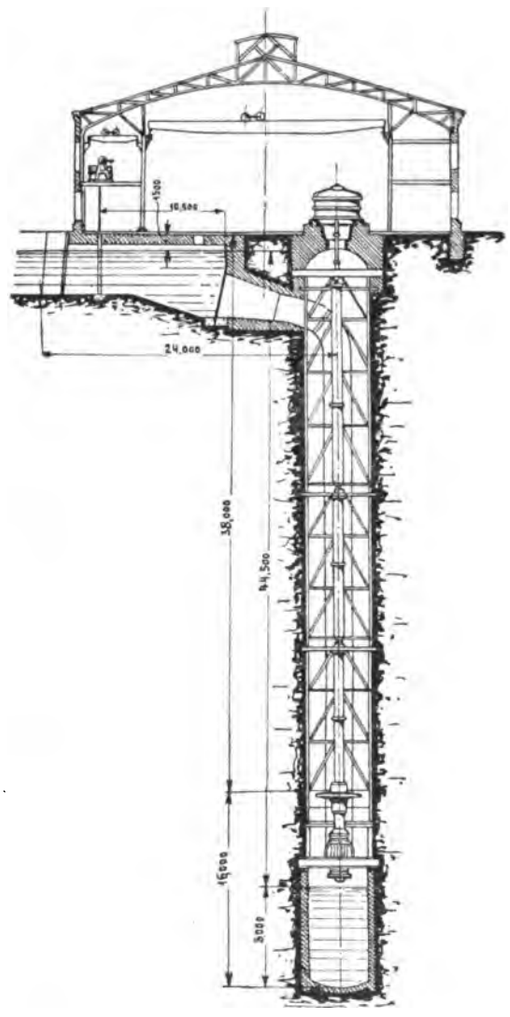
Für die Wahl des Turbinensystems, welches thatsächlich zur Ausführung gelangt ist, war weiter die Thatsache mafsgebend, dass in Amerika fast ohne Ausnahme Turbinen nie für den einzelnen Fall, sondern als Marktware hergestellt und verkauft werden. Konstruktionen für einen besonderen Fall giebt es bisher in Amerika nicht. Die vorhandenen Turbinensysteme und Modelle sind daher auch nur für mittlere Wassermengen und Gefälle innerhalb gewisser Grenzen anwendbar, und das einzige Wasserrad für hohes Gefälle, das Pelton-Rad, welches im ganzen Westen von Amerika fast ausnahmslos herrscht, ist für Ausführungen von der Gröfse der vorliegenden Art noch nicht verwendet worden. Die Konstruktion eines solchen Rades für den vorliegenden Fall würde mindestens ebenso schwierig gewesen sein, wie die Anpassung eines anderen bisher gekannten amerikanischen Turbinensystemes.

Für den europäischen Turbinenkonstrukteur, welcher gewohnt ist, seine Konstruktionen den örtlichen Verhältnissen jedesmal anzupassen, ist die Niagara-Turbine nichts anderes, als ein allerdings etwas ungewöhnlicher Fall, der aber im übrigen in ähnlicher Weise durchzurechnen und zu konstruiren ist wie alle übrigen.

Da eine senkrechte Welle von vornherein vorgeschrieben war, ergiebt sich die Notwendigkeit, dafür zu sorgen, dass das ungewöhnlich hohe Konstruktionsgewicht in geeigneter Weise ausgeglichen wird; es sind in dieser Beziehung bei dem ersten Projekte von den einzelnen Konstrukteuren die verschiedensten Vorschläge gemacht und konstruktiv durchgeführt worden[1]).

Ausgeführt wird für die Zentralstation der Cataract Const. Co. eine Fourneyron-Doppelturbine, Fig. 107 bis 110, welche von der Firma Faesch & Piccard in Genf entworfen ist und nach deren Zeichnungen von J. P. Morris in Philadelphia gebaut wird. Die beiden Turbinenräder liegen symmetrisch über einander in der Weise, dass die Radfläche des unteren Rades durchbrochen und gegen das zwischen beiden Rädern eintretende Aufschlagwasser abgedichtet ist, also keinen Druck erhält, während auf die Radfläche des oberen Rades der

Fig. 107.



Druck zugelassen wird, wodurch das gesamte Konstruktionsgewicht ausgeglichen ist. Die beiden Leiträder haben je 36 Schaufeln, 1600 mm Dmr., und sind mit dem Gehäuse durch Flansche und unter sich durch ein Rohrstück fest verbunden. Die Laufräder sind aus Bronze hergestellt, haben je 32 Schaufeln, 1905 mm Dmr. und 276 mm lichte Höhe, und sind ebenso wie die Leiträder durch wagerechte Zwischenböden in 3 Etagen geteilt, Fig. 109, wodurch erreicht wird, dass das Aufschlagwasser in 3 Abstufungen richtige Führung erhält, eine in Europa übrigens auch bei anderen Ausführungen angewendete und daher bekannte Konstruktion.

[1]) s. a. Z. 1892 S. 39.

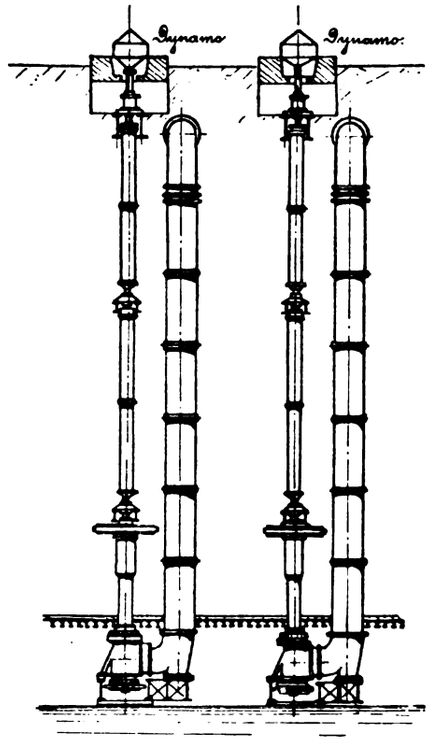
Ueber die Laufräder sind zwei mit einander durch Führungsstangen verbundene Ringschieber gestülpt, welche die Regulirung des Wasserzuflusses so besorgen, dass stets, auch bei geringer Beaufschlagung, der Wasserdruck auf die obere Radfläche nach aufwärts gleich grofs bleibt. Der Ringschieber wird durch den Regulator beeinflusst, und es ist angenommen, dass die Entlastung des Schiebers so grofs ist, dass der auftretende Widerstand auch vom Regulator überwunden werden kann.

Jede der Turbinen, von welchen, wie gesagt, 3 in Ausführung begriffen sind, entspricht einem Wasserdurchfluss von 430 Kubikfufs = 12,17 cbm i. d. Sek. bei 136′ = 41,42 m Gefälle und soll bei 250 Min.-Umdr. und einem Nutzeffekt von 75 pCt 5040 PS entwickeln.

Die Kraftübertragung von den Turbinen in das über Tag liegende Maschinenhaus erfolgt durch senkrechte Rohrwellen, von 28″ = 965 mm Dmr., aus zusammengeschweifstem Stahlblech von 8 mm Dicke hergestellt und mit eingesetzten Zwischenstücken von 11″ = 280 mm Dmr., welche in Halslager gelegt sind. Diese Konstruktion ist mit Rücksicht auf Gewichtsersparnis gewählt worden.

Am oberen Ende der Turbinenwelle ist ein Kammlager, Fig. 111, angebracht, welches sowohl den Druck nach aufwärts bei überschüssiger Entlastung, als auch den nach abwärts aufnehmen soll.

Fig. 108.



Ursprünglich ist unterhalb der ersten Lagerung, wie in den Fig. 107, 108 und 110 angedeutet, ein Schwungrad von 10 t Gewicht und 4420 mm Dmr. projektirt gewesen, welches die richtige Wirkung des Regulators gewährleisten sollte. In neuerer Zeit jedoch ist man hiervon abgegangen und legt die Schwungmasse in die Feldmagnete der Dynamos, welche an dem obersten Ende der senkrechten Welle umlaufend angebracht werden sollen, während die innerhalb liegende Armatur fest liegt.

Für die Regulirung wird mit offenem und gekreuztem Riemen von einer Hilfswelle aus je eine auf einer Büchse sitzende und mit Kupplung versehene Riemscheibe getrieben, welche das Windewerk für Bewegung des Ringschiebers in Thätigkeit versetzen kann, wenn der Regulator das Einrücken der einen oder anderen Kupplung besorgt. Es ist in Aussicht gestellt worden, dass die Regulirung so genau er-

folgen wird, dass die normale Umdrehungszahl der Turbine höchstens um 2 pCt auf- und abschwankt. Selbst bei einer plötzlichen Belastungsänderung der Turbinen bis zu 25 pCt der vollen Belastung soll die Umdrehungszahl nur innerhalb 4 pCt auf- oder abschwanken.

Für die neu erbaute Papierfabrik wird, wie vorher erwähnt ist, das Wasser bei *c*, Fig. 105, in einen offenen Obergraben geleitet und bis an die Fabrik geführt, in deren Nähe ähnlich wie für die Zentralstation der Gesellschaft ein einziger grofser rechteckiger Schacht abgeteuft ist, in welchem die Turbinen aufgestellt werden sollen. Der Abfluss erfolgt durch einen Tunnel, welcher in den Haupttunnel der Gesellschaft einmündet. Die Papierfabrik stellt somit eine Anlage dar, wie sie bei der ursprünglichen Bauausführung von der Gesellschaft gedacht war.

Fig. 109.

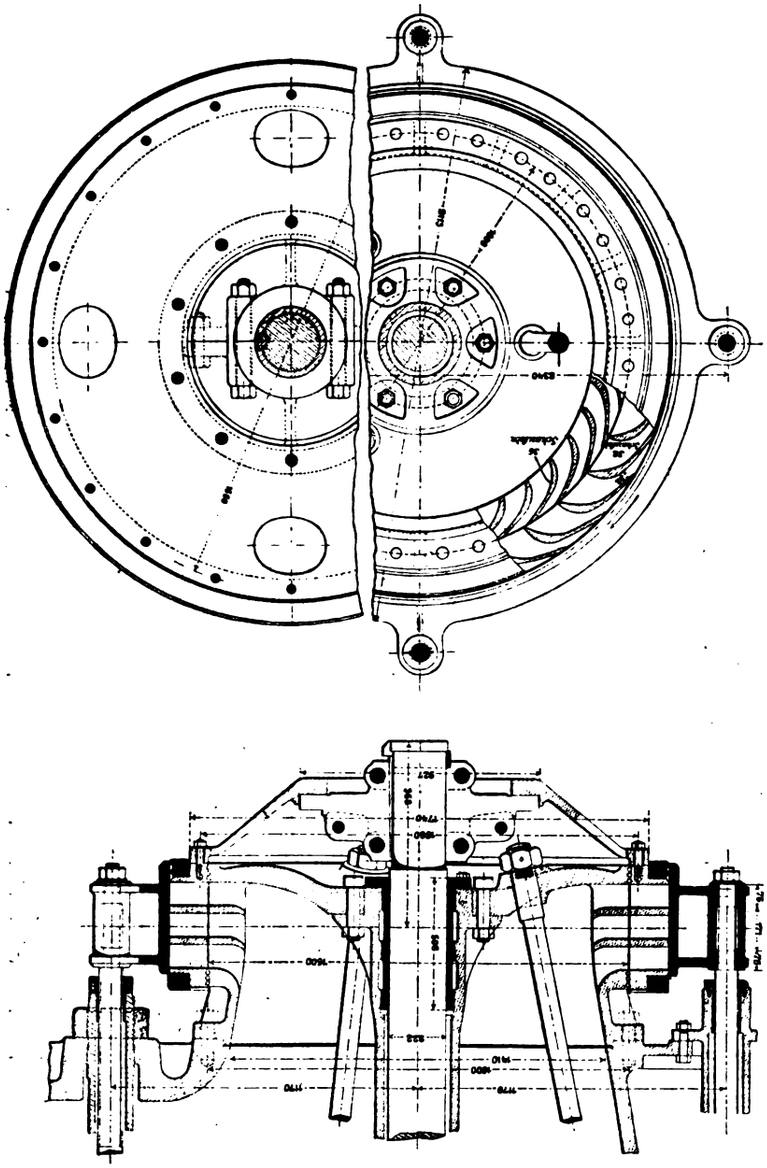
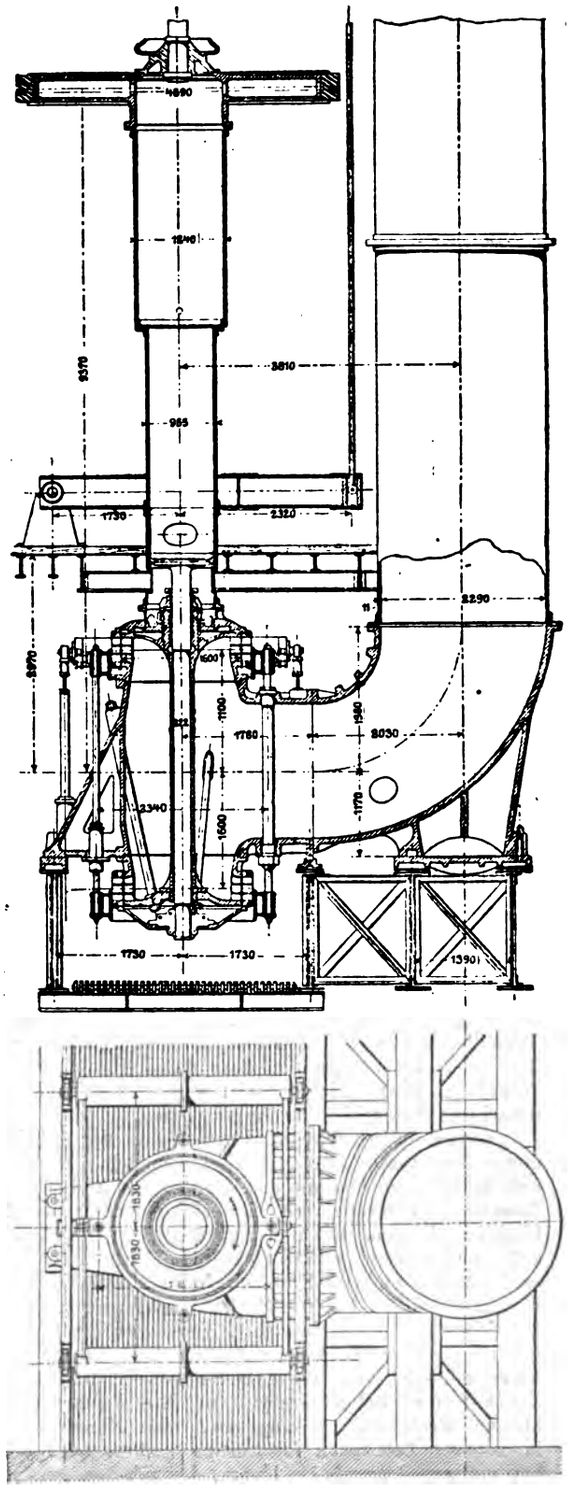


Fig. 110.



Die Fabrik ist zu Ende des vorigen Jahres fertig geworden und mit Dampfkraft bereits im Betriebe, mit Ausnahme des am meisten Kraft verbrauchenden Teiles derselben, der Holzschleiferei, welche von den neu aufzustellenden Turbinen betrieben werden soll. Der Zulaufkanal bei *c* und der Turbinenschacht sind gleichfalls fertig gestellt, und demnächst sollen die Turbinen eingebaut werden und jedenfalls früher in Betrieb kommen als die grofsen Turbinen der Zentralstation. Geplant sind 6 Turbinen, welche in 2 Reihen von je 3 neben einander in dem gemeinsamen Schacht aufgestellt werden sollen. Zur Ausführung gelangen vorläufig nur 3 Turbinen in einer Reihe, von denen jede 1100 PS entwickelt und mit konischen Rädern eine wagerechte Welle treibt, auf welcher die Schleifsteine angebracht sind.

Die zweite Reihe der Turbinen wird ausgebaut, wenn eine Vergröfserung der Fabrik in symmetrischer Anordnung zur Kraftquelle in Frage kommt.

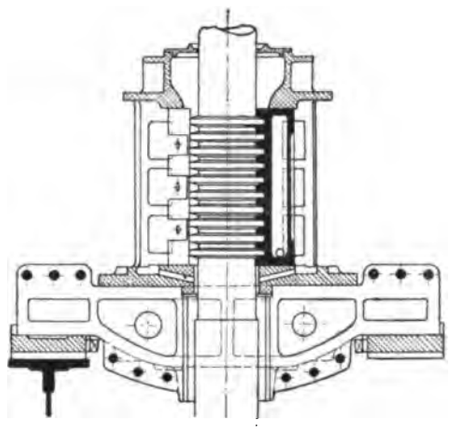
Alsdann werden 4 Turbinen im Quadrat liegend von einem in dessen Mitte befindlichen weiten Zuflussrohr gespeist und zum Betriebe der Holzschleiferei verwendet, während

die beiden übrigen Turbinen ebenfalls von einem gemeinsamen Rohr gespeist werden, wie in Fig. 105 angedeutet ist, und zum Betriebe der Papiermaschinen usw. dienen sollen.

Die verwendeten Turbinen sind Jonval-Turbinen mit Beaufschlagung von unten und Regulirung durch einen Ringschützen, der sich über die Leitschaufeln stülpt. Sie sind konstruirt von E. Geyelin und werden von der Firma R. D Wood in Camden bei Philadelphia ausgeführt.

Obwohl der Wasserzuflusskanal und die Turbinen selbst für eine bestimmte Wassermenge, die zusammen 6600 PS bei

Fig. 111.



136′ = 41,49 m Gefälle entspricht, angelegt und gebaut sind, soll der thatsächliche Wasserverbrauch doch gemessen werden, und zwar durch einen von Cl. Herschel konstruirten »Venturi«-Wassermesser, welcher in dem unteren Wasserablaufrohr eingebaut werden soll. Nach den bisherigen Erfahrungen soll sich dieser Apparat auch für ganz grofse Wassermengen eignen, eine Genauigkeit der Messung bis auf 2 pCt zulassen und gegenüber Störungen durch Eisgang unempfindlich sein.

Die Papierfabrik soll für die Pferdestärke bei 24 stündigem täglichen Betriebe im Jahr 8 $ bezahlen. Dieser Preis gilt jedoch nur für die ersten 3000 PS. Für den späteren Mehrverbrauch sollen 10 $ pro Pferdestärke und Jahr vereinbart sein.

Wie bereits erwähnt, wird von der Gesellschaft gegenwärtig der Schwerpunkt des Unternehmens in der Fernleitung der Kraft im Zusammenhange mit der örtlichen Verteilung, soweit Bedürfnis dafür vorhanden ist, gesucht. Aufserdem ist festgestellt, dass diese Fernleitung auf elektrischem Wege erfolgen soll, und ist Buffalo als das natürliche Absatzgebiet ins Auge gefasst.

Ueber die Ausführung dieses Teiles der Arbeit selbst ist etwas Bestimmtes noch nicht entschieden. Die Gesellschaft befindet sich im Stadium des Vorstudiums und steht zu diesem Zwecke gegenwärtig mit vier elektrotechnischen Firmen in Unterhandlungen. Bei der ursprünglichen Projektirung haben sich mafsgebende elektrotechnische Firmen nicht beteiligt, sondern blofs einzelne Elektrotechniker. Die einzige beteiligte Firma, Oerlikon, hat ihr Projekt nicht vorgelegt.

Wahrscheinlich sind die Firmen von der Annahme ausgegangen, dass die Unternehmung doch an sie wird herantreten müssen, wenn die Arbeiten soweit vorgeschritten sind, und haben es daher vorgezogen, ihre Erfahrungen nicht in blofsen Projekten preiszugeben, eine Zumutung, die sich in neuerer Zeit auch in Europa immer mehr eingebürgert hat und geradezu als ein Unfug, der mit dem geistigen Eigentum der Techniker getrieben wird, bezeichnet werden muss.

In Amerika giebt es gegenwärtig nur 2 grofse Elektrizitätsgesellschaften: die General Electric Co., welche die Edison, Brush, Thomson-Houston Co. und mehrere andere in sich vereinigt, und die Westinghouse Co. Erstere vertritt den Gleichstrom, letztere den Wechselstrom; schon aus diesem Grunde ist die Konkurrenz eine erbitterte.

Ob und in wie weit noch europäische Firmen herangezogen werden, ist noch nicht entschieden. Vorläufig steht man mit nur 2 Firmen in Unterhandlung, und sollen demnächst die Projekte aller 4 Firmen vorgelegt und beurteilt werden. Die Entscheidung in dieser Hinsicht ist ausschliefslich in die Hände des Prof. Forbes aus London gelegt, welcher seinerzeit selbst ein Projekt mit Uebertragung durch Wechselstrom vorgelegt hat. Praktisch dreht sich die Frage wohl nur darum, wer die von der Gesellschaft verlangten Garantien einzugehen und das damit vielleicht verbundene Lehrgeld zu bezahlen gewillt ist. Es ist selbstverständlich, dass die Unternehmer und ihre zahlreichen Ingenieure versuchen werden, die Garantien auf die Lieferanten abzuwälzen, und es fragt sich nur, in welchem Mafse diese hierauf eingehen werden, und welchen praktischen Wert die Garantien für die Einzelmaschinen für das Unternehmen im grofsen haben.

Als Grundlage für die Projekte sind die Kraft der Turbinen, deren Umdrehungszahl und die Lage der Dynamos am obersten Ende der Turbinenwelle gegeben. Alles Uebrige ist den projektirenden Firmen noch freigestellt. Man plant gegenwärtig, mit den Dynamomaschinen unmittelbar Ströme von 20000 V Spannung zu erzeugen und in blanken Kupferleitungen nach Buffalo zu leiten, wo die Umsetzung in die Betriebsspannung stattfinden soll. Zur Aufnahme der Leitung ist ein gemauerter Tunnel projektirt, an dessen Seitenwänden die Leitungen gut abgekleidet entlang laufen, während in der Mitte ein Gang frei bleibt, in welchen zur leichteren und schnelleren Bedienung eine Rollbahn eingebaut werden soll.

Obwohl die Art und Weise, in welcher die elektrische Fernleitung gemacht werden soll, noch nicht endgültig festgelegt ist, hofft man doch, die Kraft so billig nach Buffalo liefern zu können, dass daselbst eine ausreichende Konkurrenz mit der Dampfkraft möglich ist. Bei guten Dampfmaschinen, die mit mehrfacher Expansion arbeiten, stellen sich in Buffalo die Kosten einer Pferdestärke pro Jahr und 24stündigen Betrieb auf mindestens 25 $, gewöhnlich jedoch 35 bis 40 $.

Es besteht in Buffalo schon jetzt eine Gesellschaft, welche mit der Cataract Const. Co. einen Vertrag über Kraftlieferung gemacht und die Absicht hat, beim Gelingen der Arbeiten in Niagara alle gröfseren elektrischen Unternehmungen, wie Beleuchtung und Strafsenbahnen in Buffalo, von Niagara aus zu betreiben. Die elektrische Energie wird dieser Gesellschaft von der Cataract Const. Co. so billig geliefert, dass man in Buffalo eine Pferdestärke pro Jahr und 24 Std. Arbeitszeit mit 21 $ an die Konsumenten abzugeben gesonnen ist und dabei einen guten Verdienst haben will. Ob es aber der Cataract Const. Co. wirklich gelingen wird, zu so billigem Preise die Energie bis Buffalo zu liefern, muss nach allen bisherigen Erfahrungen mindestens stark bezweifelt, wenn nicht als unmöglich angesehen werden, ganz abgesehen davon, dass eine solche Anlage bei ihrer Neuheit Kosten verursachen dürfte, über deren Ursprung man jetzt noch vollständig im unklaren sein muss.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, lässt sich bei dem gegenwärtigen Stande des Unternehmens keineswegs übersehen, ob und in welcher Weise der technische und finanzielle Erfolg gesichert sind, dies um so weniger, als innerhalb der Unternehmung selbst die mafsgebenden technischen Persönlichkeiten gewechselt haben, und es den Anschein hat, als ob eine einheitliche Leitung, die alle Teile des Unternehmens zusammenfasst, nicht vorhanden sei: jeder spezielle Teil der bau- und maschinentechnischen Arbeiten ist einem eigenen Ingenieur unterstellt, welcher unabhängig von den anderen seine Arbeiten durchführt. Nur in gewissen Zeiträumen kommen die leitenden Ingenieure zusammen und tauschen ihre Meinungen aus. Ob durch ein solches Consilium von Ingenieuren Besseres geleistet wird, als durch eine im vollen Umfange für das Ganze verantwortliche Persönlichkeit, muss dahingestellt bleiben. (Gegenwärtig sind die mafsgebenden Ingenieure: Prof. Forbes-London für den elektrischen Teil in Niagara, Prof. Unwin-London desgl. für die kanadische Anlage, Turrettini-Genf für Turbinen. In der jüngsten Versammlung der Teilhaber (Juni d. J.) wurde Prof. Sellers-New York als Chefingenieur gleichzeitig mit den oben Genannten bestellt.) Auch in dieser Beziehung sprechen

die Erfahrungen an anderer Stelle, wo Ungewöhnliches zu leisten war, vielfach dagegen. Jedenfalls würde es im höchsten Grade bedauerlich sein, wenn diese grofsartige Anlage, auf welche nicht nur die gesamte technische Welt mit begreiflicher Spannung hinblickt, durch Fehler Schaden leiden und wirtschaftlich zu keinem befriedigenden Abschluss kommen sollte.

Zur Vervollständigung der vorstehenden Schilderungen muss hinzugefügt werden, dass die Cataract Const. Co. beabsichtigt, auch auf der kanadischen Seite des Niagarafalles eine gröfsere Kraftanlage herzustellen. Dort wurde ursprünglich die Konzession von einer englischen Gesellschaft, mit Ferranti, dem Ingenieur der Deptforder Anlage, an der Spitze, als Konkurrenzunternehmung nachgesucht. Es ist jedoch damals wegen Mangels an Kapital zu keiner Ausführung gekommen. Erst später wurde diese Konzession auch von der Cataract Const. Co. erworben, und es werden gegenwärtig jährlich 25000 $ für die Landbenutzung im Victoria Park an die kanadische Regierung bezahlt. Bis zum Jahre 1897 muss irgend eine Ausnutzung der Wasserkraft auf diesem Gebiete von der Cataract Const. Co. gemacht sein, wenn die Konzession nicht verfallen soll.

Die örtlichen Verhältnisse für Anlage einer Zentralstation sind hier günstiger als an der amerikanischen Seite des Flusses, weil sowohl Wasserzu- als auch Abführung kurz ausfallen und daher mit geringen Kosten herzustellen sind. Da die Gesellschaft jedoch an dieser Stelle keinen Landbesitz hat, ist die Ausnutzung der Kraft an Ort und Stelle nicht möglich und die Kraftentnahme ausschliefslich auf Fernleitung angewiesen. Im Gegensatz zu der jetzt in Ausführung begriffenen Anlage sollen auf der kanadischen Seite sämtliche Maschinen in unterirdischen Kammern aufgestellt werden und von dort gleich die elektrische Fernleitung ausgehen.

Unabhängig von der Cataract Const. Co. ist gegenwärtig auf der kanadischen Seite eine Kraftanlage für den Betrieb der elektrischen Uferbahn in Ausführung begriffen und wird demnächst in Betrieb gesetzt. Die Anlage befindet sich unmittelbar oberhalb des grofsen kanadischen Falles, benutzt aber nicht das volle Gefälle, sondern nur 53′ = 16,15 m. Das Wasser wird dem Strom an der Krümmung vor den Fällen entnommen und in einem offenen Graben in eine Vorkammer geleitet, in welcher sich die Schutzgitter befinden. Hinter denselben liegen die eingemauerten schmiedeisernen Einlaufrohre zu den Turbinen, welche mit eisernen Schützen geschlossen werden können. In senkrechten schmiedeisernen Röhren, durch deren Mitte die Turbinenwelle nach aufwärts geht, wird den tiefliegenden Turbinen das Wasser zugeführt. Der Ablauf erfolgt durch Saugrohr und einen Unterwassertunnel von etwa 185 m Länge.

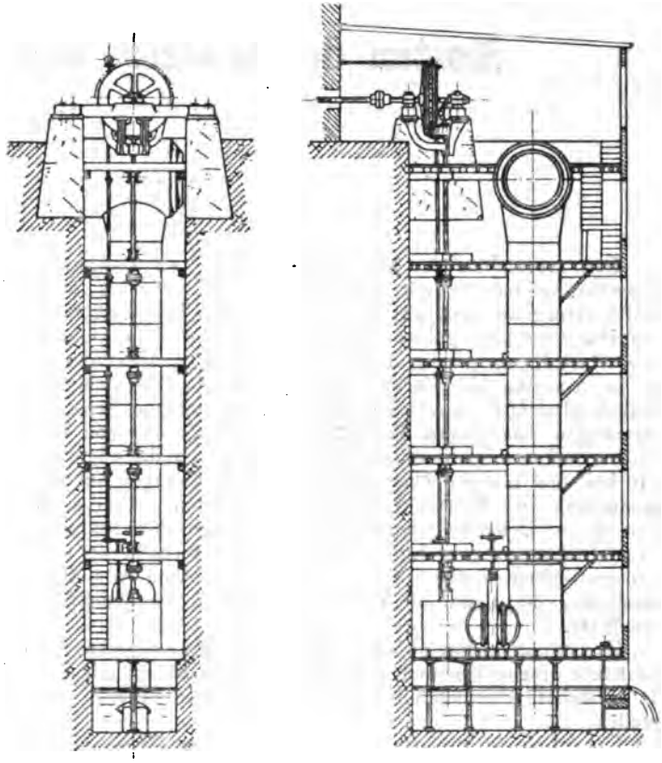
Die drei von der Firma Wm. Kennedy & Sons, Owen Sound, erbauten Turbinen, von denen jede 45″ = 1143 mm Dmr. hat und bei 18,4 m Gefälle 1000 PS entwickelt, sind in einem einzigen Schacht aufgestellt und wirken mit Winkelrädern auf horizontale Wellen, von welchen mittels Riemen die Dynamomaschinen betrieben werden.

Zum Schlusse soll noch einer Anlage gedacht werden, welche die älteste an dieser Stelle ist und, was Zweckmäfsigkeit der Lösung anbelangt, als die günstigste bezeichnet werden muss. Ursprünglich mit grofsen Kosten hergestellt, ist die Anlage später von dem jetzigen Grofsindustriellen Jacob Schoelkopf für einen verhältnismäfsig geringen Preis erworben worden und dient heutzutage zum Betriebe mehrerer grofser Mühlen und Papierfabriken, welche am Felsrande des unteren Niagara gewiss jedem Besucher der Fälle aufgefallen sind.

Das Wasser wird den Mühlen durch einen 30 m breiten offenen Oberwassergraben zugeführt, welcher es etwas unterhalb der jetzigen neuen Anlage entnimmt, also ebenfalls noch die Ausnutzung des Gefälles der Stromschnellen ermöglicht. Der Obergraben geht mit geringem Gefälle, also auch geringen Gefällverlusten durch die ganze Stadt und mündet stromabwärts weit unter der Mündung des jetzigen neuen Unterwassertunnels. Diese Wasserführung gestattet die Ausnutzung eines gröfseren Gefälles, als bei allen übrigen bis jetzt geplanten und in Ausführung begriffenen Anlagen und ist billiger in der Herstellung, weil kostspielige unterirdische Felsarbeiten nur für die Turbinenschächte nötig sind und auch da noch unter Umständen gespart werden können.

Gegenwärtig wird bei sämtlichen Turbinen dieser Anlage nur ein Teil des Gefälles ausgenutzt, wie dies Fig. 112 zeigt,

Fig. 112.



welche eine 35″ = 889 mm-Victor-Turbine darstellt, die von der Firma Stilwell & Bierce in Dayton für die Central Milling Co. für 20,7 m Gefälle angelegt ist. Man hat es eben zur Zeit des Einbaues dieser Turbinen noch nicht verstanden, gröfsere Gefälle auszunutzen. Es ist jedoch zweifellos, dass dieser Anlage noch eine gröfsere Zukunft bevorsteht, wenn erst das ganze Gefälle nutzbar gemacht und der Oberwassergraben entsprechend vertieft wird.

Heute ist der ganze Grundbesitz in der Nähe der Fälle in festen Händen und sein Wert durch die Aussicht auf lohnenden Verkauf unsinnig in die Höhe getrieben. Die Erwerbung des Grundes zum Zwecke der Herstellung eines Obergrabens ähnlich dem, welchen Hr. Schoelkopf besitzt, würde heute schon ein ähnliches Unternehmen wirtschaftlich unmöglich machen, obwohl es technisch die einfachste und beste Lösung vorstellt, welche gedacht werden kann.

E. Reichel.

Kosten der Wasser- und Dampfkraft in Amerika.

Den vorstehenden Mitteilungen über amerikanische Wasserkräfte möchte ich Beobachtungen und Studien über Kraftübertragung anreihen, zu denen die Studienreisen nach Amerika Anregung gaben. Manches erscheint dabei in anderer Gestalt als nach unseren landläufigen Anschauungen. Da in Amerika die Verhältnisse für die Kraftübertragung vielfach günstiger liegen als bei uns, so dürften Schlussfolgerungen aus diesen Verhältnissen auch für uns von Bedeutung und um so beachtenswerter sein, als in der neuesten Zeit bei uns manche überschwänglichen Hoffnungen auf die Ausnutzung von Wasserkräften gesetzt werden. Aber auch ohne diese Uebertreibungen steht die Frage der besseren Wasserkraftausnutzung im Vordergrunde der technischen und wirtschaftlichen Erörterungen, und das Studium von Verhältnissen, die damit in Verbindung stehen, ist jedenfalls von Wert.

Es ist notwendig, auf den Wert von Wasserkräften überhaupt einzugehen und diesen im Zusammenhang mit den für bestimmte Oertlichkeiten gegebenen Verhältnissen zu beurteilen.

Die geplante grofsartige Ausnutzung der Wasserkraft des Niagara und ihre vorausgesetzte elektrische Uebertragung nach Buffalo war wiederholt, nicht in Amerika, sondern bei uns, Veranlassung zur Uebertreibung des hohen wirtschaftlichen Wertes der Wasserkräfte; ebenso die technische Neuerung in der Art der Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt.

Solche Uebertreibungen würden keine Erwähnung verdienen, wenn nicht gleichzeitig von den »unerschöpflichen Quellen kostenfreier Wasserkraft« auch von ernsten Leuten gesprochen würde. Diese Wasserkräfte sind angeblich überall, auch in den norddeutschen Tiefebenen, »reichlich und bisher unbenutzt« vorhanden, und von ihrer Gewinnung und Fernleitung wird ein wirtschaftlicher Umschwung erwartet.

Wasserkraft kostet jedoch in den meisten Fällen schon ohne Fernleitung mehr als die überall verfügbare Dampfkraft, sodass also die erste Bedingung der wirtschaftlichen Bedeutung unter den gegenwärtigen Verhältnissen fehlt.

So lange Wasserkräfte kostspieliger sind als Dampfkraft unter den gegenwärtigen Verhältnissen, so lange ist die Fernleitung eine technisch interessante Aufgabe, aber ohne erheblichen Einfluss, und die Dampfkraft behält ihre gewaltige allgemeine Herrschaft.

In Amerika sind Wasserkräfte in unerreichter Grofsartigkeit seit langem im erprobten Betrieb; die Wasserkraftgewinnung ist eine so einfache und billige, wie sie bei uns höchstens am Rheinfall möglich wäre. Wenn daher unter so ungewöhnlich günstigen Verhältnissen die Kosten der Wasserkraft sich in der Anlage und im Betrieb höher stellen als die der Dampfkraft unter Annahme hoher Kohlenkosten, so dürfte auch für unsere Verhältnisse auf diesem Gebiete keine Umwälzung zu hoffen und nur in Ausnahmefällen Boden für Fernleitungen gegeben sein.

Die Fernleitung selbst und ihre Art, sowie überhaupt alle technischen Einzelheiten, spielen in der nun zu erörternden Hauptfrage der Wasserkraftkosten keine oder nur eine untergeordnete Rolle, und damit dürfte sich die Behandlung der Frage wohl auch von Streitfragen loslösen lassen.

Für den Vergleich der Kosten von Wasser- und Dampfkraft dürfte eine so ungewöhnliche Sache, wie die Kraftausnutzung des Niagara, weniger mafsgebend sein als die in Amerika seit längerem schon bestehenden grofsen Wasserkraftanlagen.

Ich verdanke die nachfolgenden Angaben teils den Mitteilungen des Hrn. Maning, Direktors der grofsen Amoskeag Co. in Manchester (New Hampshire), teils amerikanischen Veröffentlichungen von:

Prof. Swain: Statistics of the Water Power employed in Manufacturing in the United States (Amer. Statistical Assoc. W. 1888);

Ch. H. Maning: Comparative Cost of Steam and Water Power (Transact. Am. Soc. Mech. Engineers Vol. X);

Ch. T. Main: Cost of Steam and Water Power (Trans. Am. Soc. Mech. Eng. Vol. XI.).

Die Verhältnisse, unter welchen Dampf und Wasser als Triebkräfte in Wettbewerb treten, sind so verschiedenartig, so von der geographischen Lage, vom Verwendungszweck und von besonderen Umständen abhängig, dass es unmöglich ist, allgemein die schwierige Frage zu entscheiden, welches von beiden Kraftmitteln das vorteilhaftere ist. Es kann daher nur an besonders bezeichnenden Beispielen gezeigt werden, wie die Verhältnisse liegen. Als solche Beispiele sind die Betriebsverhältnisse der grofsen Baumwoll- und Wollfabriken im Thale des Merrimac-Flusses in den Neu-England-Staaten von besonderem Interesse. Längs dieses Flusses liegen die grofsartigen Wasserkraftanlagen von Lawrence, Lowell und Manchester, die in der Welt ihres Gleichen nicht haben.

Zum Verständnis der geschichtlichen Entwicklung muss auch noch hinzugefügt werden, dass zu der Zeit, als der grofse Wasserkraftbetrieb am Merrimac-Fluss entstand, die Dampfmaschine sich noch in den Kinderschuhen befand, daher die Wahl der Betriebskraft damals nicht zweifelhaft sein konnte.

Die Verhältnisse der Kraftgewinnung sind in allen diesen Orten so ungewöhnlich günstig, wie sie bei uns überhaupt nicht vorkommen. Ich erwähne zum besseren Verständnis

der örtlichen Verhältnisse die kleinste dieser Anlagen, die von Manchester (N. H.).

Die Amoskeag Co. als Eigentümerin der dortigen Wasserkräfte hat etwa 800 m flussaufwärts von der genannten grofsartigen Fabrikstadt den Amoskeag-Wasserfall mit einem Wehr abgedämmt. Das Gefälle unmittelbar neben dem Damm beträgt 14,5 m. Die Ausnutzung der Wasserkräfte könnte schon unmittelbar am Damm erfolgen. Die erwähnte Länge des Leitungskanales ist nur für die Entwicklung der weitläufigen Fabrikgebäude erforderlich. (Die Amoskeag Co. allein beschäftigt in ihren Baumwollfabriken gegen 8000 Arbeiter.)

Die verfügbare Wasserkraft beträgt durchschnittlich 17000 PS und sinkt in trocknen Sommern auf etwa 12000 PS. Zur Deckung des Mehrbedarfes werden alsdann die Reservedampfmaschinen betrieben.

Die Ausnutzung und Verteilung der Wasserkräfte erfolgt in 2 Kanälen bezw. 2 Gefällen, letzteres nur deshalb, weil man früher Wassermotoren für das volle Gefälle nicht bauen wollte. Die alten Fabriken liegen deshalb auch in 2 Absätzen über einander. Alle neueren Motoren werden aber für das volle Gefälle ausgeführt. In der grofsen Weberei der Amoskeag Co. sind beispielsweise für das volle Gefälle 3 Turbinen von je 1500 PS auf einer gemeinsamen wagerechten Welle ausgeführt, deren Kraft durch einen grofsartigen Riementrieb in alle Stockwerke verteilt wird.

Selbstverständlich kann durch eine grofs angelegte Wasserkraftgewinnung der Einheitspreis für Anlage- und Betriebskosten entsprechend vermindert werden. Gegenüber den geschäftlichen Erfolgen der grofsen Wasserkraftgesellschaften in den Neu-England-Staaten muss aber berücksichtigt werden, dass diese Gesellschaften stets auch grofse Landbesitzer waren, mit der Kraft auch Grund und Boden verkauften und mit letzterem vielfach bessere Geschäfte erzielten als mit der ersteren; solcher Art waren beispielsweise die Unternehmungen in Manchester (Amoskeag Co.) und Lawrence (Essex Co.). In Lowell ist die Wasserkraft im Besitze einer Vereinigung der ansässigen Fabrikanten. Die Preise für die Wasserkräfte sind auch in Lowell niedriger als an den beiden anderen Orten und können wohl als Selbstkosten angesehen werden.

Als Verkaufseinheit dient das »Mill power«, dessen Wert an den einzelnen Orten geringfügig verschieden ist und durchschnittlich 85 bis 86 Roh-PS oder etwa 65 Nutz-PS beträgt.

Die Verkaufskosten dieser »Mühlenkraft« waren und sind verschieden. Der gegenwärtige Preis in Lawrence ist 1200 $ jährlich. Die früheren Preise änderten sich nach bestimmten Teilsätzen je nach dem Rechte des Mehrbezuges an Wasser.

Die jährlichen Wasserkosten von 1 PS (roh) waren bezw. sind in Lawrence:

ursprünglich	10,55 $
bis 20 pCt Mehrverbrauch . . .	14,51 »
für 20 bis 50 pCt Mehrverbrauch .	29,02 »
gegenwärtiger Preis	14,08 »

Der Preis des Kraftwassers in Lowell unter den Fabrikeigentümern ist:

900 $ für jede Mühlenkraft nach alten Verträgen,
5 » für jede Mühlenkraft Mehrbezug bis 40 pCt
10 » » » » » 40 » 50 »
20 » » » » » 50 » 60 »

Dies giebt folgende Kosten des Kraftwassers in Lowell für 1 PS (roh) jährlich:

ursprünglich	10,55 $
bis zu 40 pCt Mehrverbrauch .	18,14 »
von 40 bis 50 » » .	36,28 »
» 50 » 60 » » .	72,5 »

Die ursprüngliche Wasserkraftabgabe in Lowell betrug rd. 12000 PS; gegenwärtig werden an Dampfmaschinenanlagen 18000 PS mitbenutzt!

Die Wasserkräfte in Manchester sind Eigentum der Amoskeag Co.

Die ursprünglichen Preise für Aufschlagwasser waren fast dieselben wie in den beiden anderen genannten Orten, nur ist die Einheit der Mühlenkraft geringfügig gröfser.

Mehrverbrauch wurde ursprünglich nicht berechnet, später mit 5 $ für jede Mühlenkraft. Dies allein gab den meisten Abnehmern schon Veranlassung, Reservedampfmaschinen aufzustellen. Gegenwärtig werden für Mehrabnahme nur 2 $ verlangt.

Die Kosten des Wassers allein ergaben sich hiernach in Manchester für 1 Roh-PS jährlich:

ursprünglich	mit 10,42 $
für Mehrbezug	» 7,15 »

Unter Annahme eines Wirkungsgrades von 75 pCt der Turbinen würden die Wasserkosten von 1 Nutz-PS etwa 14 $ betragen.

Hr. Maning berechnet die Anlagekosten bei einem Gefälle von etwa 10 m für 1 Nutz-PS mit 51,5 $,

nämlich 22,0 $ für Turbine und Welle,
11,2 » » Turbinenschacht und Fundament,
14,6 » » Zufluss,
3,7 » » Schützen usw.

Um zur Zeit von Hochwasser volle Leistung zu erzielen, wird ein Zuschlag von 1/3 gerechnet. Die Kosten erhöhen sich daher

für 1 Nutz-PS auf	68,67 $,

hierzu sind zu rechnen

Abschreibung 4 pCt	2,75 $
Reparatur 1 1/3 pCt	1,08 »
Verzinsung, Steuer, Versicherung 6 pCt	4,12 »
zusammen	7,90 $,

Löhne, Schmierung, Materialverbrauch usw.

für 1 PS jährlich	0,72 $.

Die Gesamtkosten von 1 Nutz-PS jährlich stellen sich daher nach den ursprünglichen Verträgen:

Kosten des Wassers	14,0 $
Abschreibung, Verzinsung, Reparatur	7,9 »
Löhne und Verbrauch	0,72 »
Gesamtkosten von 1 Nutz-Wasser-PS	22,62 $.

Für Mehrverbrauch an Wasser (4 $ für die Mühlenkraft) ist dieser Betrag zu erhöhen um . . . . . 5,01 $,
daher für 1 Nutz-PS Mehrverbrauch . . . . 27,63 ».

Hiermit sind die Kosten der Dampfkraft zu vergleichen.

Die Mehrzahl der in Amerika benutzten Dampfmaschinen sind Auspuffmaschinen, deren Auspuffdampf für Heizzwecke und in Ermangelung solcher überhaupt nicht verwendet wird.

Die Kosten der Dampfkraft hängen daher ganz wesentlich von der Nebenverwendung der Auspuffwärme ab. Der Vergleich kann also nur für bestimmte Verhältnisse durchgeführt werden. In Fabriken für Weifswaren im Merrimac-Thale ist wenig Verwendung für Auspuffdampf vorhanden, ausgenommen für Bleicherei und während 6 bis 7 Monate für Beheizung. Für solche Fälle ist unzweifelhaft die Verbundmaschine für etwa 10 Atm. Anfangsspannung und mit so bemessenen Dampfcylindern am zweckmäfsigsten, dass ein Teil des Dampfes aus dem Aufnehmer für Heizzwecke verwendet werden kann.

In Fabriken für farbige Waren ist der Bedarf an Niederdruckdampf für die Färberei und Trocknung sehr bedeutend, und es kann angenommen werden, dass, wenn eine solche Fabrik nur mit Dampf betrieben wird, im Winter 3/4 des Auspuffdampfes Verwendung finden. Wenn daher ein Teil der Fabrik mit Wasserkraft, der andere durch eine Auspuffmaschine betrieben wird, dann kann die Dampfkraft für sehr geringe Kosten erhalten werden, da aller Auspuffdampf für Nebenzwecke gebraucht wird.

Wenn diese beiden Fälle, und zwar jeder für 1000 Nutz-PS, als Beispiele angenommen werden, so ergiebt sich folgende Berechnung:

1. Fall.
Verbundmaschine.

Eine gute Verbundmaschine, welche 1000 Nutz-PS abgeben soll, wird 1100 PS indiziren. Angenommen: 10 Arbeitsstunden täglich, 309 Arbeitstage, 0,88 kg Kohlenverbrauch für 1 PS einschl. Anlassen usw., durchschnittlicher Kohlen-

preis 4,5 $ für die Tonne, daher Kosten für 1 PS jährlich für Kohle allein 12,25 $, ohne Rücksicht auf den Auspuffdampf. Wenn 1/4 des überströmenden Dampfes aus dem Aufnehmer für Heizzwecke benutzt wird — angenommen: etwa 1/10 der Gesamtwärme zu gunsten der Nebenverwendung benutzt — so werden die Kosten von 1 PS, für die Kohle allein, auf 9,49 $ vermindert.

Hierzu kommen weitere Kosten:

Maschinist 3 $, 2 Kesselheizer, jeder 1,5 $,
Gehilfe . . 1,5 » 1 Kohlenzieher . . . 1,20 »;

daher jährliche Ausgabe: 2688 $ oder für 1 PS . . 2,44 $,
aufserdem für Verbrauch im Maschinenraum jährlich 0,29 »,
somit Ausgaben:

wirklicher Kohlenverbrauch für die Maschine für 1 PS	9,49 $
Wartung	2,44 »
Materialverbrauch	0,23 »
daher Betriebsausgaben zusammen . .	12,16 $.

Die Anlagekosten betragen für 1 PS:

Dampfmaschine mit Rohrleitung und Fundirung	27,00 $
Maschinenhaus	5,00 »
Dampfkessel mit Ausrüstung . . .	10,00 »
Speisepumpe usw.	1,50 »
Dampfkesselhaus, Schornstein usw.	6,00 »
Kohlenschuppen, Gleise	3,00 »
Anlagekosten zusammen	52,50 $.

Weitere Ausgaben, wie für die Wasserkraftanlage:

Abschreibung 5 pCt	2,62 $
Reparatur 2 1/2 pCt	1,31 »
allgemeine Ausgaben, Versicherung, Steuer, Verzinsung 6 pCt . . .	3,15 »
zusammen	7,08 $,

daher Kosten für 1 PS jährlich:

laufende Ausgaben	12,16 $
den Anlagekosten entsprechend . .	7,08 »
für 1 Dampf-PS$_i$ zusammen	19,24 $,
die **Kosten einer Nutz-Dampf-PS**	21,16 ».

Dieser Betrag sollte noch hinsichtlich der Ausgaben für Dampfkessel vermindert werden in dem Mafse, als Dampf Nebenverwendung findet.

2. Fall.

Auspuffmaschine.

Aller Auspuffdampf werde für Nebenzwecke bei 0,6 Atm. Gegendruck verwendet; daher eincylindrige gewöhnliche Dampfmaschine oder entsprechend bemessene Verbundmaschine, deren Niederdruckcylinder etwa in gleicher Weise wie der Mitteldruckcylinder einer Dreifach-Verbundmaschine arbeitet.

Kohlenverbrauch für 1 PS: 1,5 kg; Gegendruck 0,6 Atm. (bei Verbundmaschine Anfangspressung 10 Atm.).

Die Kesselanlage für solchen Fall kostet mehr als für die Verbundmaschine, da gröfseres Wassergewicht zu verdampfen ist. Dies wird aber ausgeglichen durch die geringeren Kosten der Maschine; daher sind die laufenden Ausgaben ungefähr dieselben wie früher, jedoch ist gröfserer Abzug für Kesselfeuerungskosten wegen der Wärmeverwendung zu machen.

Die Brennstoffkosten für die Krafterzeugung vermindern sich auf jährlich etwa . . . . . 3,50 $.

Jährliche Gesamtkosten für:

1 Dampf-PS$_i$	13,25 »
1 Nutz-Dampf-PS	14,58 ».

In der Amoskeag-Fabrik ist eine Zwillings-Corliss-Maschine solcher Art in Verwendung mit Anfangsdruck von 7 Atm., mit Gegendruck von 0,6 Atm. für Nebenverwendung. Diese Maschine kann jederzeit angelassen werden und etwa 1200 PS abgeben, ohne dass dieser hinzugefügte Betrieb im Kesselhause bemerkt wird. Der für die Trockenhäuser und die Färberei erforderliche Dampf läuft dann einfach erst durch die Dampfmaschine. Die Mehrkosten für Kohle für den hinzugefügten Maschinenbetrieb sind so gering, dass sie innerhalb der täglichen Schwankungen liegen.

Als Vergleich der Kosten von Wasser- und Dampfkraft für die verschiedenen Verhältnisse ergiebt sich daher:

Wasserkraft:

Wasserkraft nach den ursprünglichen Verträgen	22,62 $
Mehrverbrauch zu 4 $ für die Mühlenkraft . .	27,63 »
» » 2 » » » » . .	18,13 »

Dampfkraft:

Verbunddampfmaschine mit 1/4 Auspuffdampf aus dem Aufnehmer für Nebenverwendung . .	21,16 $
Eincylindermaschine mit allem Auspuffdampf für Heizzwecke	14,58 »

Für andere Verhältnisse ergeben sich selbstverständlich andere Zahlen. Aber selbst für den vorliegenden, für die Wasserkraft aufserordentlich günstigen Fall liegt der Vorteil auf seiten der Dampfmaschine, und dies noch mehr, wenn ihre leichte Handhabung und ihre ausgezeichnete Regulirfähigkeit gegenübergestellt werden den Betriebsstörungen durch Hochwasser, Frost usw.

Ch. T. Main in Lawrence giebt in einer Abhandlung der Massachusetts Institution und in einem Aufsatze Band 10 der Trans. Am. Soc. of Mechanical Engineers einen Vergleich zwischen Wasser- und Dampfkraft, dem ich Folgendes entnehme:

I. Dampfkraft.

Fig. 113 und 114 geben übersichtlich die berechneten Kosten der Dampfkraft unter Berücksichtigung der Anlagekosten, Bauart, Verwendung des Auspuffdampfes und der Betriebskosten. Die Ordinaten geben die durchschnittlichen jährlichen Kosten von 1 Dampf-PS$_i$ in Mark, und zwar unter der Annahme, dass aller Dampf für Krafterzeugung oder dass 1/4, 1/2, 3/4 oder aller Auspuffdampf für Heizzwecke verwertet wird.

Die Kurven, Fig. 113, zeigen die Kosten für eine 500-, 1000- und 2000pferdige Dampfmaschinenanlage unter Annahme eines Kohlenpreises von 12 und 20 ℳ für die Tonne, sowohl für die Auspuffmaschine als auch für die Verbundmaschine.

In den Betriebskosten sind inbegriffen: Wartung von Maschinen und Kesseln, Schmierung, Materialverbrauch, Reparatur, Verzinsung und Abschreibung des Kapitals, Steuern und Versicherung.

Fig. 114 zeigt eine Uebersicht des Kohlenverbrauchs für 1 PS$_i$, und zwar den Gesamtverbrauch, wenn die Maschine nur der Krafterzeugung dient, und den Reinverbrauch für Kraft, wenn der auf Heizzwecke entfallende Teil der verbrauchten Kohlen abgezogen wird.

Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Verbundmaschine mit 7 Atm. Anfangsspannung (alle Angaben: Ueberdruck) und etwa 1/3 Atm. Spannung im Aufnehmer arbeitet, aus welchem der Heizdampf bei Bedarf entnommen wird, und dass die Auspuffmaschine mit gleicher Anfangsdampfspannung und gleichem Gegendruck wie im Aufnehmer der Verbundmaschine arbeitet. Der Kohlenverbrauch für Krafterzeugung allein ist mit 0,88 kg für die Verbundmaschine und mit 1,5 kg für die Auspuffmaschine vorausgesetzt.

In Fig. 114 zeigt z. B. die Kurve $v_1 v_1$ den 1 PS$_i$ entsprechenden Gesamtkohlenverbrauch für Heizung und Kraft, Kurve vv den reinen Kohlenverbrauch für Kraft allein.

Fig. 115 giebt die gewöhnlichen täglichen Betriebsausgaben einer 1000pferdigen Dampfmaschinenanlage für einen Kohlenpreis von 20 ℳ die Tonne. Fig. 116 die Anlagekosten für 1 Dampf-PS$_i$ und Fig. 117 die Betriebsausgaben für Abschreibung, Verzinsung, Reparatur, Steuer, Versicherung und die Gesamt-Jahreskosten.

2. Wasserkraft.

Die Anlagekosten der Wasserkraft sind sehr veränderlich je nach Gefälle und Entfernung von Wasserzufluss und -Abfluss. Die Kosten sind nach Ausführungen von durchschnittlich 800 bis 900 pferdigen Anlagen in Manchester, für 10 m Gefälle und durchschnittlich 110 m Entfernung des Wasserabflusses vom Zulaufkanal mit 44 $ für 1 PS angenommen. Damit wegen Rückstaues bei Hochwasser der volle Betrieb aufrecht erhalten bleibt, sind die Kosten der erhöhten Leistung entsprechend um 50 pCt zu vergrößern; die Kosten von 1 PS betragen somit 66 $.

In Lowell bei 4,3 m Gefälle und 200 m Entfernung ergeben sich für 1000 pferdige Anlagen bei nahezu gleichbleibendem Gefälle etwa . . . . . 110 $
für andere Anlagen, bei 6 m Gefälle, 100 m Entfernung und veränderlichem Gefälle . . . . . 57 »
in Lawrence, bei 9 m Gefälle, 130 m Entfernung und veränderlichem Gefälle . . . . . 63 »
Während $^1/_{12}$ der Betriebszeit war an genanntem Orte durchschnittlich die thatsächliche Wasserkraft $^2/_3$ oder weniger als die normale Leistung, ebenso in Lowell.

Gegenüber so grofsen Unterschieden, selbst am gleichen Orte, ist es unmöglich, für die Anlagekosten von Wasserkräften zuverlässige Angaben zu machen; es müsste daher jeder Fall für sich behandelt werden.

Fig. 113.
Jährliche Gesamtkosten für 1 Dampf-PSi.

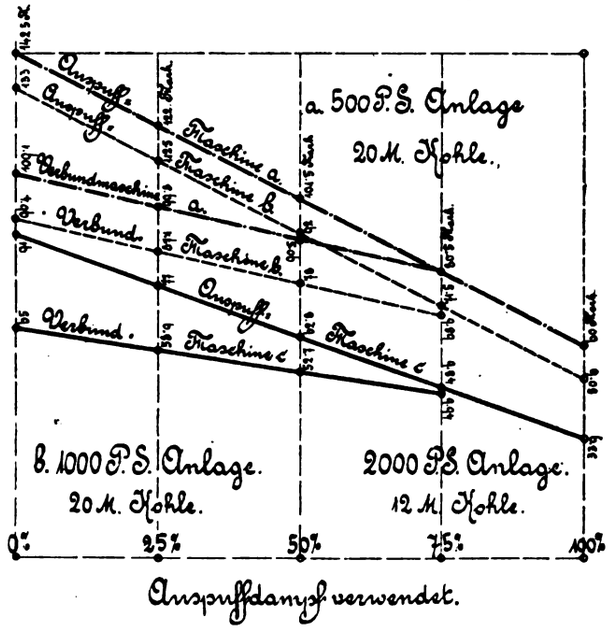


Fig. 114.
Kohlenverbrauch für 1 Dampf-PSi.

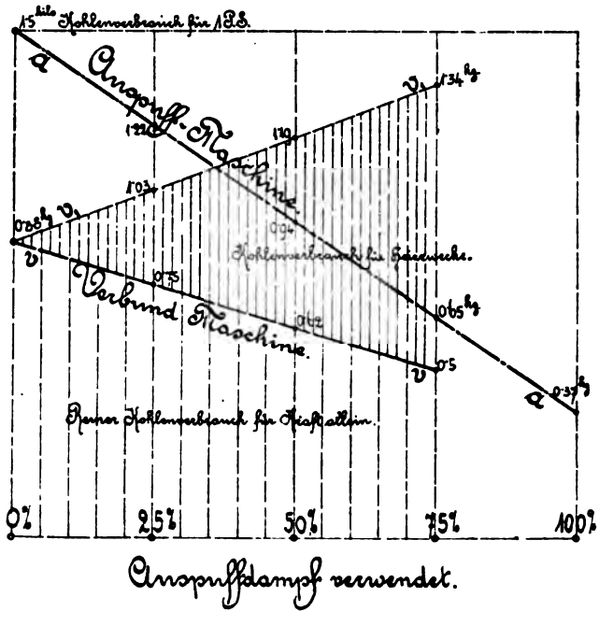


Fig. 115.
Tägliche Betriebskosten ($10^1/_4$ Std.) für 1 Dampf-PSi.
1000 PS-Anlage.

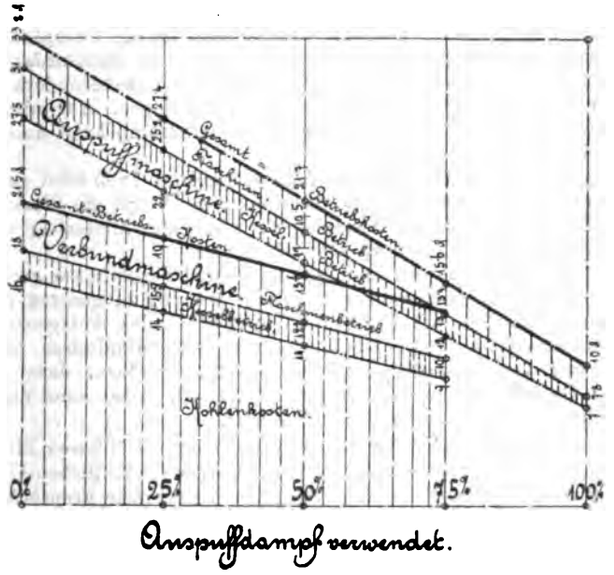
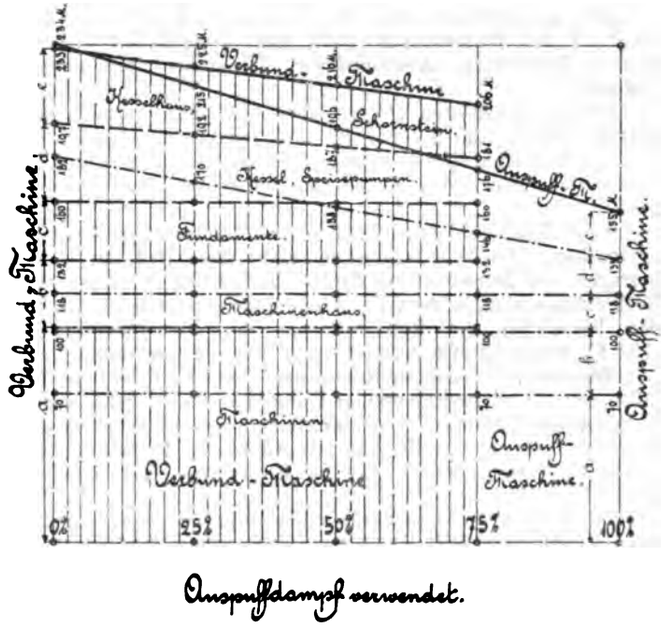


Fig. 116.
Anlagekosten für 1 Dampf-PSi.



Die Anlagekosten von 1 PS für eine 1000pferdige Anlage in Lawrence sind im einzelnen:

Wasserzulauf und Ausrüstung . . .	13 $
Turbinen mit Triebwerk	10 »
Turbinenschacht	7 »
Abflusskanal	15 »
zusammen	45 $,

welche sich mit Rücksicht auf die Rückstaue auf 67,5 $ (270 ℳ) erhöhen.

Fig. 118 zeigt die rohen durchschnittlichen Anlagekosten für eine Turbinen-Nutz-PS bei 1000pferdiger Anlage für verschiedene Gefälle und verschiedene Entfernung von Zu- und Abfluss.

Zur Bestimmung der Kosten von gröfseren oder kleineren Anlagen zwischen 500 und 2000 PS kann von den Werten der Fig. 118 etwa 1 pCt für je 100 PS abgezogen bezw. ihnen zugerechnet werden.

Bei Wasserabfluss in den Unterlauf eines Flusses sind wegen Rückstaues, entsprechend der notwendigen Vergröfserung der Anlage, die Kosten höher anzunehmen.

Die jährlichen Betriebskosten von 1 Wasser-PS giebt Ch. T. Main wie folgt an:

Fig. 117.

Jahreskosten für 1 Dampf-PS.

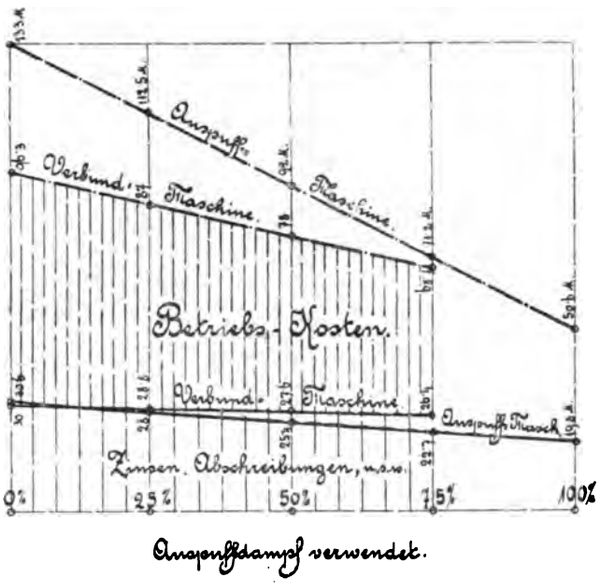
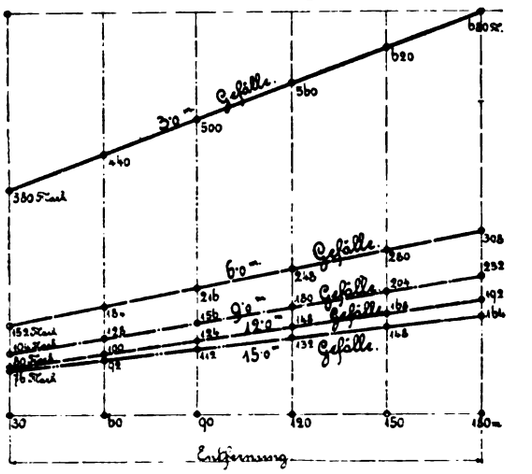


Fig. 118.

Anlagekosten für 1 Nutz-Wasser-PS.
1000 PS Anlage.



Für Anlagekosten von 50, 70 bis 100 $ mit: 18, 20 bis 23 $ bei Wasserbezug nach den ursprünglichen Verträgen, Verzinsung, Abschreibung, Reparatur usw. eingeschlossen.

Die Betriebskosten steigen aber bei Mehrverbrauch an Wasser bis über 25 $ für 1 PS und Jahr.

Der Vergleich dieser mit den Zahlenangaben der Fig. 113 ergiebt den Unterschied der Kosten von Wasser- und Dampfkraft.

Es stellen sich danach für eine etwa 1000pferdige Wasserkraftanlage, deren Anlagekosten nicht über 70 $ auf 1 PS betragen, die Betriebskosten fast so hoch (20 $) wie die einer Verbundmaschine, wenn kein Auspuff verwendet wird (24 $), und höher als die Betriebskosten der Verbundmaschine (19,5 $), wenn 50 pCt Auspuffdampf Verwendung findet.

Ebenso stellen sich die Kosten der Wasserkraft im Betriebe höher als die einer Eincylinder-Dampfmaschine (18 $), wenn $^3/_4$ des Auspuffdampfes Verwendung finden, wobei für die Dampfmaschine ein hoher Kohlenpreis (5 $) in Rechnung gezogen ist, während er in vielen Industriezentren nicht viel über 3 $ beträgt.

Die Kosten der Dampfkraft allein betragen bei grofsen Anlagen (z. B. 2000 PS, Fig. 113) und geringen Kohlenpreisen jährlich nur 11,5 bis 16 $ für 1 PS.

Es ist aufser Zweifel, dass die grofsen Fabrikstädte der Neu-England-Staaten durch die bedeutenden Wasserkräfte geschaffen worden sind. Als die Städte gegründet wurden, standen die Dampfmaschinen und Dampfkessel nicht auf der heutigen Stufe der Entwicklung, und der ganze Unternehmungsgeist wandte sich der Gewinnung der Wasserkräfte zu. Später aber wurde, da die Wasserkraftanlagen einmal bestanden, die Beschaffung grofser Dampfmaschinen, so lange es ging, vermieden.

Selbstverständlich sind Fälle von der Betrachtung ausgeschlossen, wo besondere Gründe die Wahl von Wasserkraft veranlassen. Aber im wesentlichen ist die Dampfkraft überall der Wasserkraft überlegen, wo der Auspuffdampf Verwendung finden kann. Dies zeigt sich insbesondere in der Textilindustrie, welche sämtliche Neuanlagen, in unmittelbarer Nähe bedeutender Wasserkräfte, mit Dampfkraft durchführt.

In Band II des »Census of Massachusetts« 1885 wird auch zugegeben: »Unzweifelhaft verdrängt der Dampf die Wasserkraft, besonders bei Neuanlagen, und jeder Misserfolg des Wasserbetriebes führt zu Dampfanlagen«.

Aufser den für bestimmte Betriebe und Verhältnisse geringeren Kosten der Dampfkraft spricht gewaltig zu gunsten der Dampfmaschine die Freiheit in der Wahl des Anlageortes, Verkehrsverhältnisse, Markt- und Arbeiterverhältnisse sind überall von so grofsem wirtschaftlichem Einfluss, dass sie der Dampfkraft die Ueberlegenheit vielfach selbst dann noch sichern, wenn ihre Kosten höher sind.

Es dürfte daher zu den vorläufig nicht erfüllbaren Hoffnungen zu zählen sein, wenn von einem wirtschaftlichen Umschwunge durch die Ausnutzung der Wasserkräfte gesprochen wird. Die Verwendung der Wasserkraft wird wie bisher eine nach Leistung und Oertlichkeit beschränkte bleiben. Es fehlt die Voraussetzung, dass Wasserkräfte unter allen Umständen zu Kosten, welche den Wettbewerb mit dem Dampfbetrieb ermöglichen, gewonnen und verteilt werden können; ja, es fehlen für die Orte des heutigen Grofsbetriebes sogar die Wasserkräfte selbst.

Die Arbeit der Sonnenwärme durch Verdunstung ist eine ungeheure; was uns von den herabfallenden Wassermassen als eigentliche, gewinnbare Wasserkraft zurückbleibt, ist im Vergleich nur winzig, und von dem Wenigen ist wieder

nur ein kleiner Bruchteil praktisch verwertbare Wasserkraft.

Die grofsen Flussläufe sind Schiffahrtsstrafsen und für Kraftgewinnung meist überhaupt nicht geeignet; die Erfahrung lehrt, dass sogar vorhandenes Gefälle an Stauwerken unbenutzt bleibt, weil die Forderungen der Schiffahrt sich nur schwer mit denjenigen der Kraftgewinnung vereinigen lassen und erstere stets den Vorrang einnehmen; vor allem aber, weil die Anlagekosten den Wettbewerb mit den Kosten des Dampfbetriebes nicht aushalten, und weil die Wasserkräfte nicht störungsfrei sind. Bei den heutigen Produktionsverhältnissen kann unvorhergesehene Störung wirtschaftlich viel schwerer wiegen als selbst der Einfluss einer teuren Betriebskraft. Was aufserhalb der gröfseren Flussläufe an gewinnbarer Wasserkraft noch übrig bleibt, ist durch die gröfseren Gefälle bedeutend, aber naturgemäfs noch mehr Störungen ausgesetzt und liegt zumeist weit abseits von wirtschaftlich vorteilhaften Punkten.

Hier soll nun die Fernleitung einsetzen. Diese bildet aber nur einen geringen Teil im wirtschaftlichen Getriebe und hat selbstverständlich keinen Einfluss auf die Gewinnungs- und die Betriebskosten der ursprünglichen Wasserkraft, sondern wird die Kosten nur im Verhältnis der Kosten des Ferntriebes erhöhen. Eine weitgehende Ausnutzung der Wasserkräfte könnte überhaupt nur durch Fernleitung auf sehr grofse Entfernungen ermöglicht werden. Von solchem Ferntriebe schrecken aber die bisherigen Versuche der hohen Kosten wegen ab.

So lange die freie Beweglichkeit in der Aufstellung von Dampfanlagen andauert und die Betriebsauslagen für diese bei niedrigen Kohlenkosten verhältnismäfsig gering sind, kann der alles beherrschende Einfluss der Dampfkraft nicht aufgehoben werden. Die Fernleitung kann hieran, auch ihre gröfste technische Vollkommenheit vorausgesetzt, nichts Wesentliches ändern, weil sie an den Verhältnissen der Kraftgewinnung nichts ändert.

Obwohl die Kraftverteilung die ausgedehntesten und wichtigsten technischen Gebiete umfasst, liegt ihre praktische Bedeutung vorläufig noch in engen Grenzen.

Die besondere Art der Kraftverteilung und des Kraftmittels spielt für die erörterten allgemeinen Fragen keine entscheidende Rolle, sondern nur gegenüber besonderen örtlichen Bedingungen. Letztere im Zusammenhang mit der Eigenart des Kraftmittels bestimmen dessen Wert.

A. Riedler.

Seil-Strafsenbahnen in Amerika.

Es giebt wichtige maschinelle Anlagen, welche den öffentlichen Verkehrsverhältnissen dienen müssen, deren Umfang ein so bedeutender ist, dass man sie nur schwer zum Gegenstande einer Ausstellung, im modernen Sinn des Wortes, machen kann, und dass, wenn dies geschieht, doch niemals ein klares Bild der thatsächlichen Betriebsverhältnisse, sondern höchstens nur konstruktiver Einzelheiten erhalten wird. Solche Betriebe, zu denen auch die Seil-Strafsenbahnen gehören, müssen an Ort und Stelle studirt werden, und dazu bietet sich in Chicago aufserhalb der Ausstellung reiche Gelegenheit, um so mehr, als die bestehenden Verkehrsverhältnisse ständig erweitert und vermehrt werden müssen und die hinzukommenden Anlagen somit das Neueste bieten, was auf diesem Gebiete überhaupt zu finden ist.

Die Beförderungsmittel der grofsen Städte in Amerika haben eine für europäische Begriffe ungeheure Ausdehnung. Das gesamte Geschäftsleben drängt sich auf wenige Stunden des Tages und auf einen kleinen Teil der inneren Stadt zusammen, dem aus weitem Umkreise täglich morgens die Bewohner zeitunglesend zuströmen, und den sie ebenso regelmäfsig nach Schluss der Geschäftsstunden wieder verlassen. Innerhalb weniger Stunden sind daher morgens und abends gewaltige Menschenmengen zu befördern.

Bei den hierzu verwendeten Transportmitteln kommen hauptsächlich 3 Kraftformen in Frage: der Dampf, der bisher nur bei Hochbahnen verwendet wurde, das Seil und die Elektrizität.

Jedes dieser Beförderungsmittel hat seine Berechtigung und seine Eigentümlichkeiten, sodass nicht ohne weiteres das eine das andere verdrängen kann. Jedes System hat seine Anhänger, die aus geschäftlichen und zum teil politischen Gründen mit grofser Zähigkeit an ihrem System festhalten und unermüdlich dem Publikum neue Vorteile desselben klar zu machen versuchen.

Hochbahnen, wenn ihr Bau durch belebte Strafsen überhaupt noch zugelassen wird, bewältigen den Verkehr ungestört, am leichtesten und billigsten. Die Unschönheit und der lärmende Betrieb der Hochbahnen bringen jedoch den Anwohnern solche Unannehmlichkeiten, dass der Wert ihrer Grundstücke erheblich sinkt, und das ist ein Hindernis, das selbst ihre Zweckmäfsigkeit nicht zu beseitigen vermag. Sie haben deshalb auch bis jetzt selbst in dem wenig wählerischen Amerika nur vereinzelt in gröfserem Umfange (New York) Anwendung gefunden und stehen hier aufserhalb der Betrachtung.

In engeren Wettbewerb kommen dagegen Seil- und elektrische Bahnen.

Im allgemeinen sind für dichten Verkehr die Seilbahnen in grofsem Umfange in Anwendung; sie erhalten jedoch in neuester Zeit durch die elektrischen Bahnen eine Konkurrenz, die mit jedem Tage gefährlicher wird und heute schon bei geplanten Neuanlagen sehr schwerwiegend in die Wagschale fällt.

Die Anlagekosten beider Systeme sind eben so verschieden wie die Betriebskosten: Seilbahnen sind im Vergleich zu den hier üblichen elektrischen Bahnen kostspieliger in der Anlage, und bei kleinem Umfang auch kostspieliger im Betrieb als elektrische Bahnen. In grofsem Mafsstabe aber und bei dichtem Verkehr stellen sich die Betriebskosten auf etwa ein Drittel der elektrisch betriebenen. Bei gut hergestellten Seilbahnen kostet die engl. Meile etwa 70- bis 100000 $ (200000 bis 260000 ℳ für 1 km); im Durchschnitt wird der Fufs in gerader Strecke mit 10 $ (140 ℳ für 1 m), in Kurven mit 30 $ (420 ℳ für 1 m) bezahlt.

Elektrische Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung kosten nur etwa $^1/_6$ bis $^1/_8$ davon, d. i. etwa 12000 $ die Meile = 32000 ℳ für 1 km.

Anders verhalten sich dagegen die Betriebskosten. Per Wagonmeile betragen die Betriebskosten (alles inbegriffen) bei Seilbetrieb 6,00 bis 6,60 Cts. (16 bis 17,1 Pfg. für 1 km), bei elektrischem Betrieb 16,6 bis 23 Cts. (40 bis 60 Pfg. für 1 km), also das Dreifache, wozu die Reparaturkosten der Motoren den gröfsten Beitrag liefern. Dieses ungünstige Verhältnis hat gröfstenteils seinen Grund darin, dass elektrische Wagen überhaupt ihre Motoren, und zwar des Anfahrens wegen schwere Motoren mitschleppen müssen, von 25 PS und mehr. Im Winter sind die Verhältnisse für die elektrischen Bahnen noch ungünstiger. In Boston werden z. B. besondere Winterwagen mit 2 Motoren von je 25 PS und leichtere Sommerwagen verwendet, um die tote Last zu vermindern.

Der Kraftbedarf der Seilbahnen ist sehr verschieden, je nach der Anlage der Bahn; insbesondere ergeben Kurven den gröfsten Widerstand, grofse Anlagekosten und bedeutende Seilabnutzung. Seilbahnen in Strafsen mit vielen Richtungsänderungen, ähnlich wie Pferde- und elektrische Bahnen, sind deshalb wirtschaftlich weniger vorteilhaft.

Bei geraden Strecken und dichtem Verkehr sind dagegen die Seilbahnen bis heute das geeignetste Verkehrsmittel und um so vorteilhafter, je gröfser die Inanspruchnahme ist.

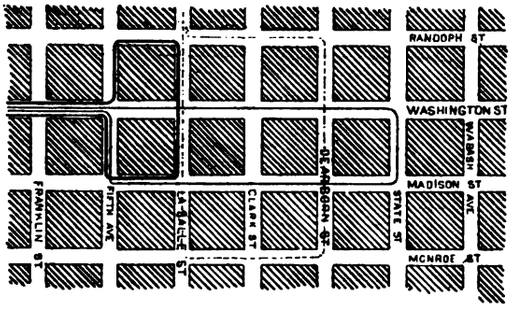
Seil-Strafsenbahnen in Chicago.

Diese Bedingungen sind in Chicago und vielen Städten des Westens in so ausgiebigem Mafse vorhanden, dass für den Strafsenbetrieb der Hauptlinien bisher nur Seilbahnen verwendet werden. Die Seilbahnen bürgerten sich in Chicago im Jahre 1881 ein. Jetzt haben 3 Gesellschaften, die South-, die West- und die North Side-Co. den gesamten Betrieb in der Hand und befördern jährlich etwa 233 Millionen Personen auf 610 km Linien, ohne jedoch dem Bedürfnis vollständig genügen zu können.

Die Süd-Co. hat in ihren verschiedenen Stationen 12 Corliss-Maschinen mit zusammen 8200 PS im Betrieb. In den 3 Stationen der Nord-Co. sind 8 Maschinen mit zusammen 4050 PS aufgestellt; die West-Co. arbeitet gegenwärtig in 4 Stationen mit 8 Maschinen von zusammen 8950 PS; im Laufe dieses Sommers werden noch 2 neue beinahe fertig gestellte Stationen hinzukommen mit je 2 Maschinen von zusammen 3600 PS, sodass letztere Gesellschaft allein über 16150 PS für Seilbetrieb verfügt.

So einfach der Betrieb einer Seilbahn im Prinzip ist, so reich ist er an Ausführungsschwierigkeiten, die nur durch lange Erfahrung überwunden wurden. Das Prinzip besteht darin, dass ein endloses Seil in einem in der Mitte zwischen Laufschienen liegenden und durch einen Längsschlitz zugänglichen Kanal auf Leitrollen von einer Zentralstelle aus beständig bewegt wird. Die Wagen haben einen Mitnehmer,

Fig. 119.



grip genannt, der mit einem flachen Arm durch den Schlitz in den Kanal hineinragt und mit Backen, die vom Wagenführer nach Belieben zusammengepresst und geöffnet werden können, den Wagen mitzunehmen oder auszuschalten gestattet.

Die Strecken sind immer zweigleisig ausgeführt; auf der einen Seite läuft das Seil von der Zentralstelle aus, auf der anderen Seite zurück. Die Seillängen sind sehr verschieden. In Chicago beträgt die gröfste Seillänge über 8230 m, die Strecke, die damit betrieben werden kann, die Hälfte, also etwa 4115 m. Um bei grofsen Entfernungen zwischen den Endstationen der ganzen Strecke das Seil nicht zu lang machen zu müssen, legt man die Zentralstation ungefähr in die Mitte der ganzen Strecke und sendet je ein Seil nach jedem Ende aus. Die Wagen müssen dann vor dem Maschinenhaus das eine Seil loslassen und das andere aufnehmen. An dem Endpunkte der Linie befinden sich Schleifen, sogen. loops, in denen die Wagen in weitem Bogen umkehren, um dann wieder zur geraden Strecke der Rückfahrt zu gelangen. Solche Schleifen sind in Fig. 119 dargestellt; sie erfordern viel Sachkenntnis in der Ausführung und werden, wenn irgend möglich, durch besondere kleine Seile betrieben, da der vielen Kurven wegen die Seilabnutzung sehr grofs ist.

Die Zentralstationen. Anordnung und Einzelheiten der Seiltriebe in den Zentralstationen sind in allem Wesentlichen ebenso wie bei den alten Friktionswinden, welche z. t. in grofsem Mafsstabe für schiefe Ebenen usw. benutzt wurden. Diese Reibungswinden sind seither verlassen worden, und ihre schon vor Jahrzehnten hoch entwickelten Einzelheiten finden sich bei der Strafsenseilbahn wieder. Der Antrieb der Seile der Strafsenbahnen erfolgt durch Reibungstrommeln, über welche die Seile mehrfach geschlungen und die von einer Dampfmaschine aus angetrieben werden. Der Antrieb erfolgt am besten durch Hanfseile, wird aber meist der Raumersparnis wegen mit Stahlgusszahnrädern ausgeführt.

Die Dampfmaschinen sind mit wenigen Ausnahmen eincylindrige Corliss-Maschinen, die mit Auspuff arbeiten. Verbundmaschinen mit Kondensation lassen sich schwer anwenden, da sie den bedeutenden Anforderungen, die der Seilbahnbetrieb an die Regulirfähigkeit der Maschinen stellt, nicht voll genügen. Der Kraftbedarf ist infolge des unregelmäfsigen und plötzlichen Anziehens der Wagen aufserordentlich schwankend; es kommt z. B. vor, dass er innerhalb einer Minute von 300 PS auf 850 PS steigt.

Die Seilbahnstation der Milwaukee Av. in Chicago, die als typisch für solche Anlagen gelten kann, ist in Fig. 120 und 121 im Aufriss und Fig. 122 im Grundriss dargestellt. Sie enthält 2 dicht bei einander liegende Corliss-Maschinen von Fraser & Chalmers, Chicago, welche mit 55 Min.-Umdr. laufen und als 1000pferdige bezeichnet sind. Der Cylinderdurchmesser ist 36″ = 914 mm, der Hub 72″ = 1829 mm. Es ist immer nur eine Maschine im Betrieb; die andere dient als Reserve. Es kommt daher vor, dass die Maschine manchmal bis auf 1500 PS beansprucht wird. Wenn keine aufserordentlichen Betriebsstörungen vorkommen, wird jeden Monat mit den Maschinen gewechselt. Jede Maschine hat ihre besondere Kurbelwelle von 508 mm Dmr., die aufser einem Schwungrad von 6,1 m Dmr. und 40 t Gewicht ein Zahnrad von 2134 mm Dmr. trägt, das in ein anderes von 4877 mm Dmr. eingreift. Die beiden grofsen Zahnräder sitzen auf einer durchlaufenden Welle von 356 mm Dmr., an deren Kopfenden je ein Seiltrieb angebracht ist. Die Hauptwelle ist durch 3 Klauenkupplungen in 4 Teile geteilt, was ein rasches Ausrücken bei Unfällen ermöglicht. Die auf den Kurbelwellen sitzenden kleinen Zahnräder können, damit die nicht arbeitende Maschine nicht mitzuarbeiten braucht, verschoben und damit aufser Eingriff mit den grofsen Zahnrädern gebracht werden.

Die Anordnung der Seiltrommeln ist von grofser Wichtigkeit. Die in der Zeichnung dargestellte Anordnung ist eine ältere. Es wird hierbei nur eine Seiltrommel angetrieben, weshalb das Seil 5- oder 6mal herumgeschlungen werden muss, um die nötige Reibung zum Mitnehmen zu erzielen. Bei neueren Anlagen werden beide Seiltrommeln angetrieben, und zwar entweder durch einen Satz von 3 Zahnrädern oder mittels Hanfseile, wie dies später beschrieben wird. Bei diesem doppelten Antrieb genügt ein 2- bis 3faches Umschlingen des Seiles.

Die Seiltrommelkränze wurden früher aus einem Stück hergestellt, was aber Schwierigkeiten im Betrieb zur Folge hatte. Das Seil ist nämlich infolge des wechselnden Betriebes auf den Seiltrommeln selbst beständigen Verlängerungen unterworfen; infolgedessen rutscht das Seil auf den Trommeln innerhalb der Windungen. Das hat eine sehr be-

Fig. 120. Mafsstab 1 : 250.

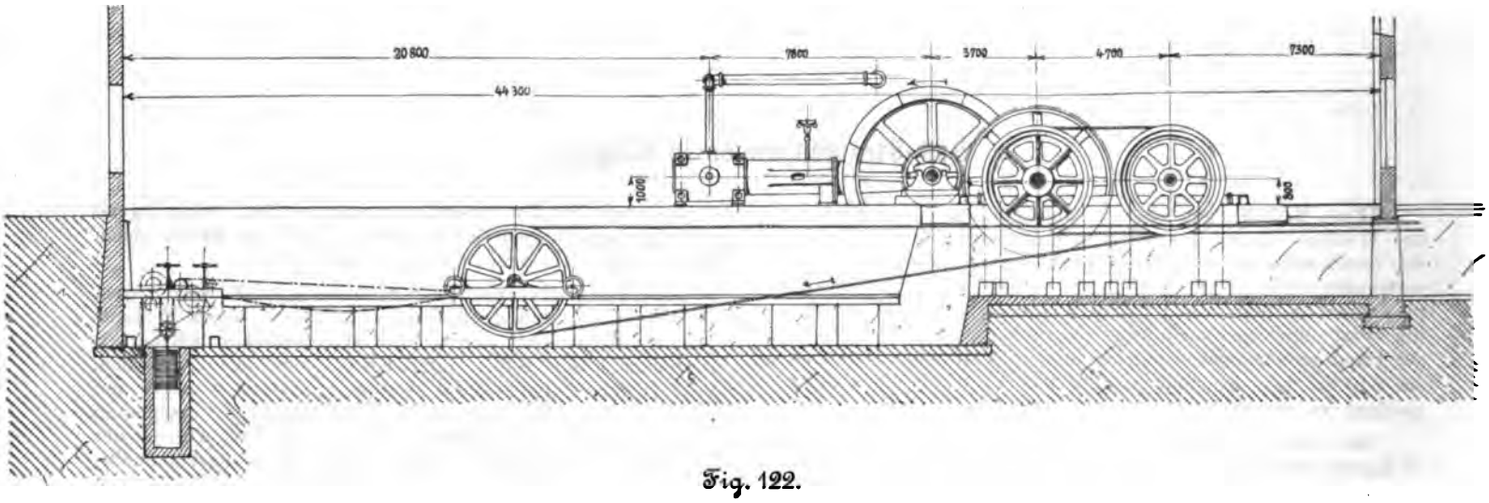


Fig. 122.

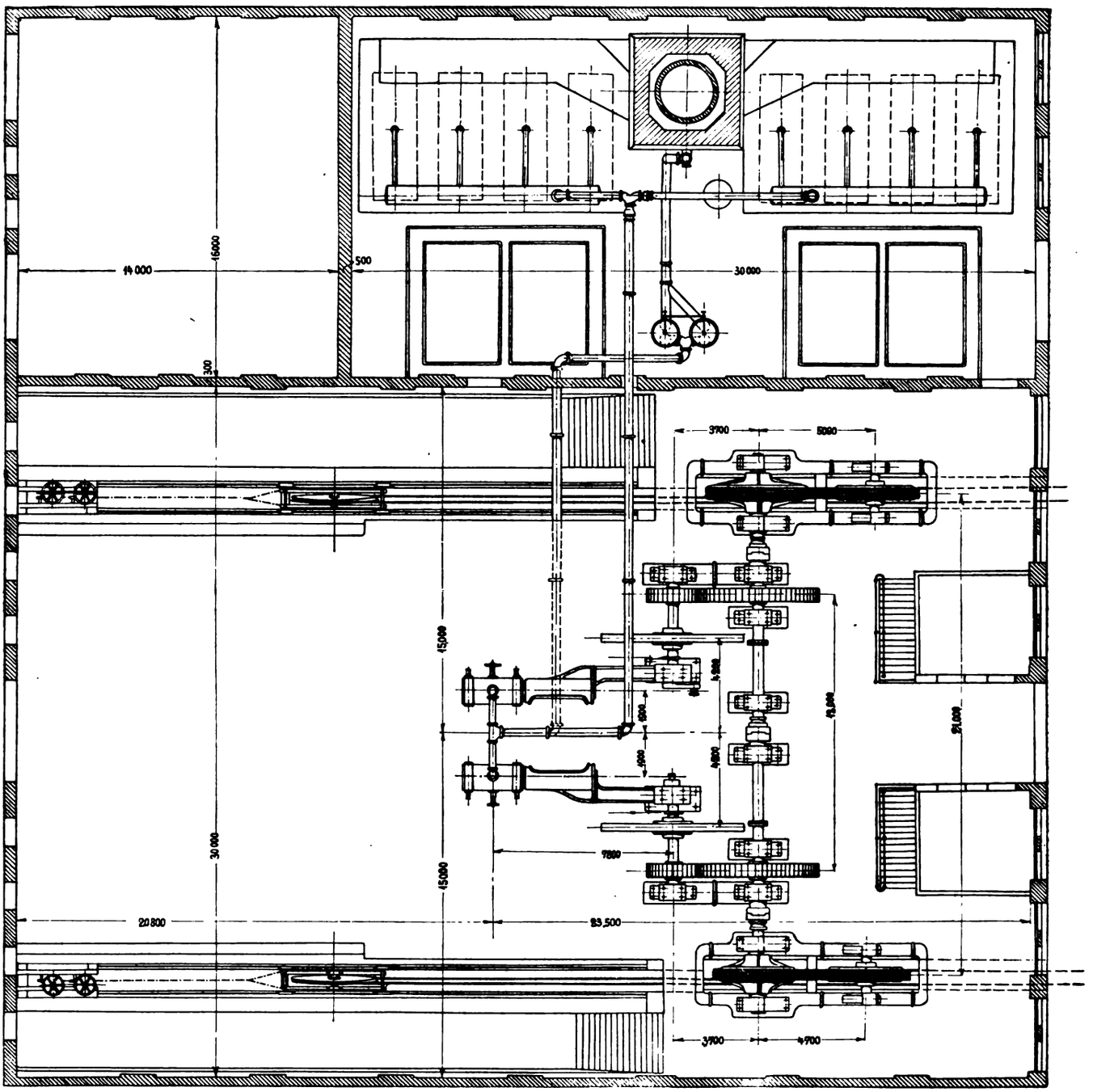
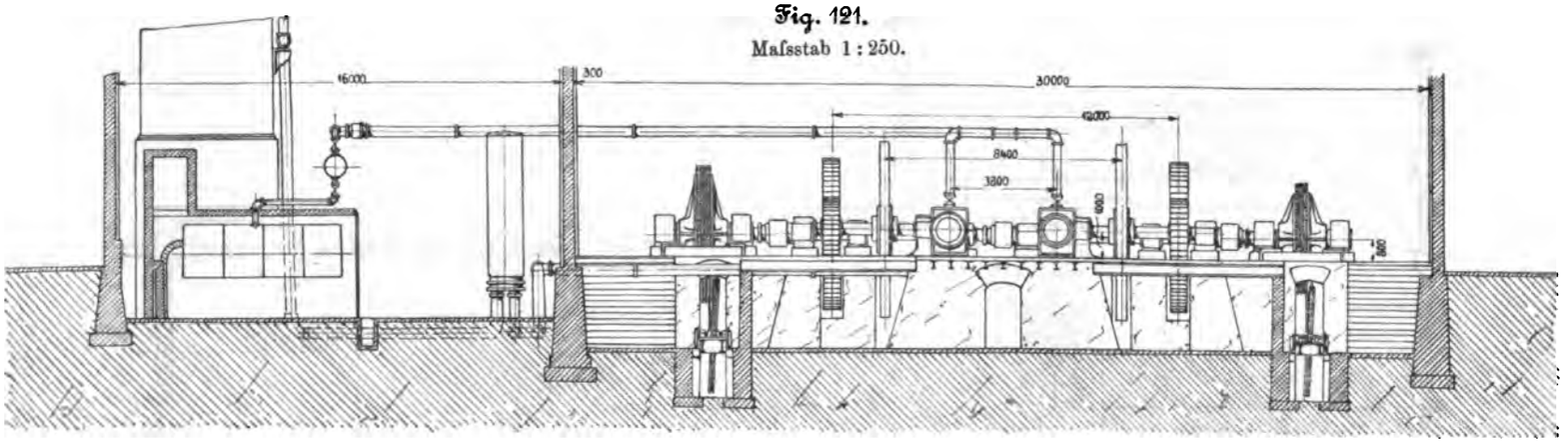
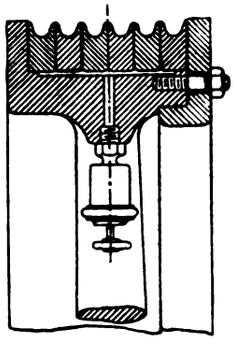


Fig. 121.
Mafsstab 1 : 250.



deutende Abnutzung der Seile und der Trommeln zur Folge gehabt und zur Bauart der jetzt allgemein gebräuchlichen Differentialtrommeln geführt, die zuerst von Walker Mfg. Co. in Cleveland, Ohio, gebaut wurden. Die Konstruktion ist in allen Staaten patentirt.

Fig. 123.
Mafsstab 1 : 15.



Die Seilscheiben sind aus mehreren selbständigen, gegen einander verschiebbaren schmiedeisernen Ringen zusammengesetzt, wovon jeder eine Seilrille besitzt. Die Anordnung ist in Fig. 123 dargestellt. Diese Ringe, welche durch einen aufgeschraubten äufseren Ring zusammengehalten werden, sind vom Innern des Radkranzes aus durch eine Anzahl von Schmierbüchsen mit steifem Fett reichlich geschmiert und gestatten so eine gegenseitige Verschiebung. Das Seil und namentlich die Zahnräder werden durch diese Einrichtung aufserordentlich geschont und ihre Verwendungsdauer wesentlich verlängert.

Die Vorrichtung zur Ausgleichung Seilverlängerungen der im äufseren Seil besteht aus einem belasteten Spannwagen, welcher das Seil möglichst gleichmäfsig gespannt erhält und den grofsen Längenänderungen elastisch folgen kann. In jedem Seilzug ist ein solcher Spannwagen eingeschaltet, dessen Anordnung aus Fig. 120 ersichtlich ist. Die Spannwagen bewegen sich auf Gleisen von 24 bis 30 m Länge. Jeder Wagen trägt eine Seilspannrolle von etwa 3,7 m Dmr. und erhält das Seil durch ein Gewicht in Spannung, welches an einem Zugseil mit zwischengelegter, etwa 1,2 m langer kräftiger Spiralfeder an dem Wagen befestigt ist. Entweder auf dem Spannwagen selbst, wie z. B. in der von der Walker Mfg. Co. in Cleveland gebauten Anordnung, Fig. 124, oder wie in Fig. 120 gezeichnet, über dem Gewichtschacht, ist eine Winde angebracht, auf deren Trommel das Zugseil des Belastungsgewichtes aufgewickelt ist und damit eingestellt werden kann.

Die Gröfse des Gewichtes schwankt für die einzelnen Strecken je nach Länge des Strafsenseiles und der Anzahl der Wagen zwischen 1800 und 3200 kg, sodass auf das

Fig. 124.
Mafsstab 1 : 100

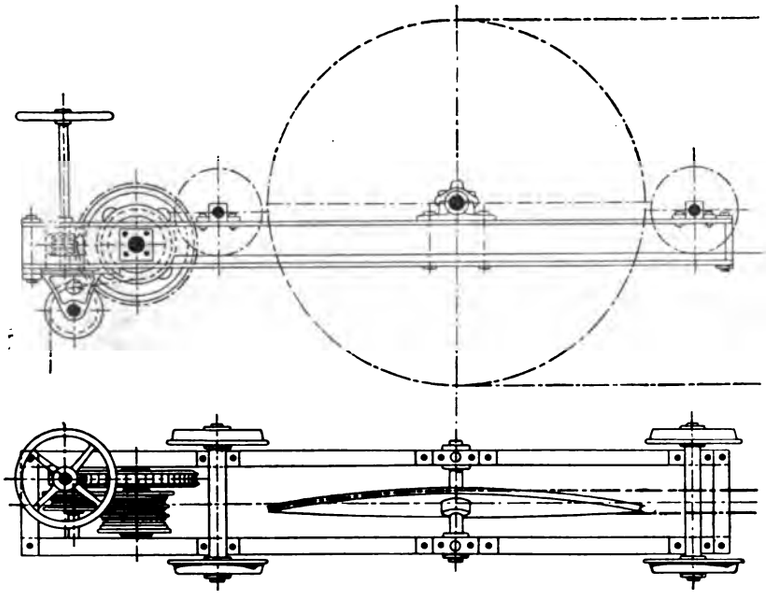
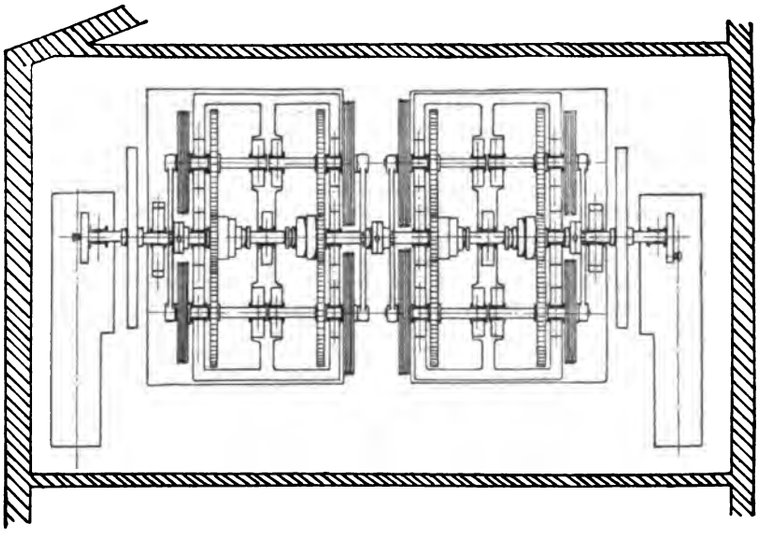


Fig. 125.
Mafsstab 1 : 300.



Strafsenseil in jedem Falle die Hälfte dieses Gewichtes als thatsächliche Spannung kommt.

Wird ein neues Seil aufgelegt, so wird es so kurz gespleifst, dass der Spannwagen bis dicht an die Differentialtrommeln heranfährt. Mit der Inbetriebsetzung des Seiles tritt der Wagen eine der Seilverlängerung entsprechende Wanderung nach rückwärts an. Die Verlängerungen betragen bei neuen Seilen in der ersten Woche des Betriebes etwa $^1/_{400}$ der Gesamtlänge des Seiles. Bei vollem Betrieb führt der Spannwagen noch hin- und hergehende Bewegungen von 1,2 bis 1,5 m aus.

An das Maschinenhaus schliefst sich der Kesselraum an,

Fig. 126. Mafsstab 1 : 300.

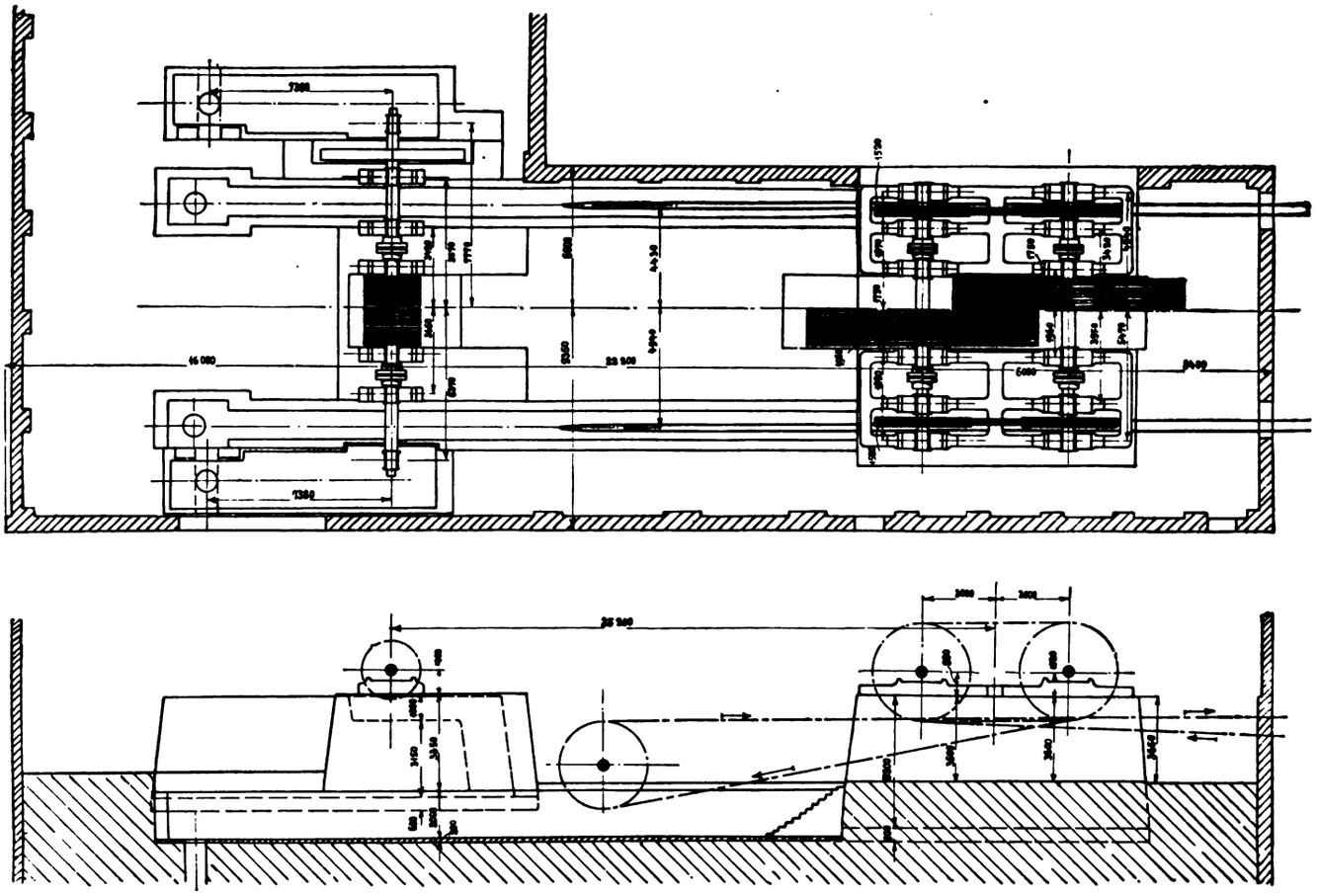
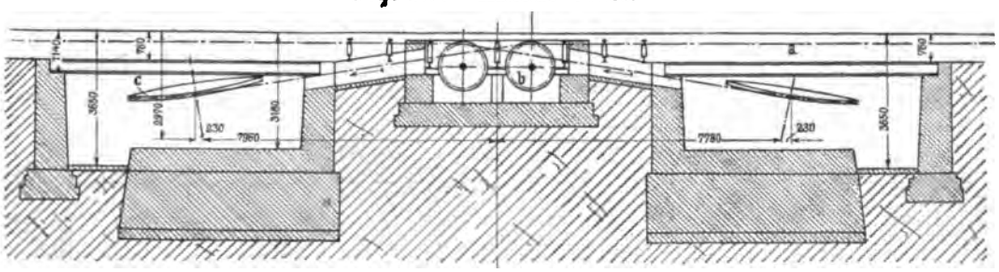


Fig. 127. Mafsstab 1 : 200.



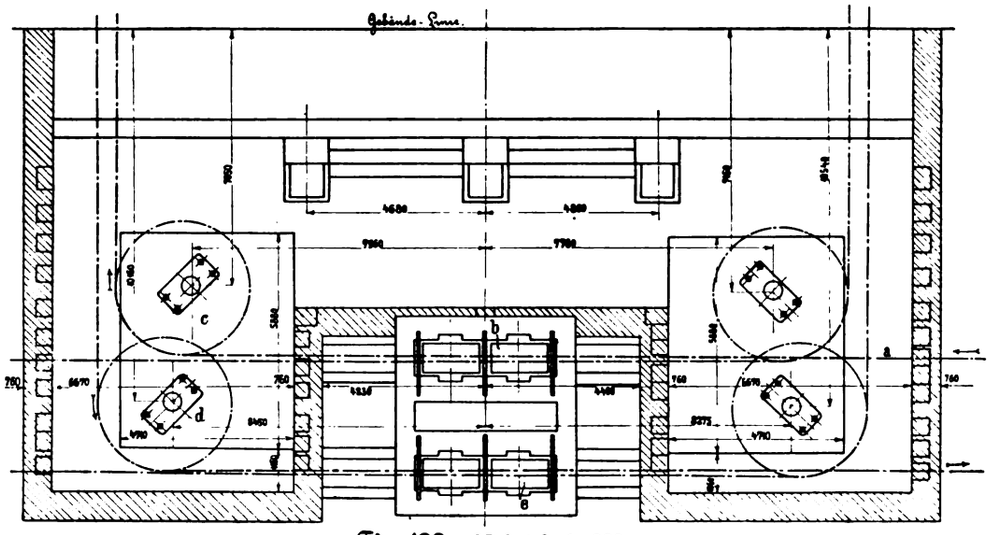


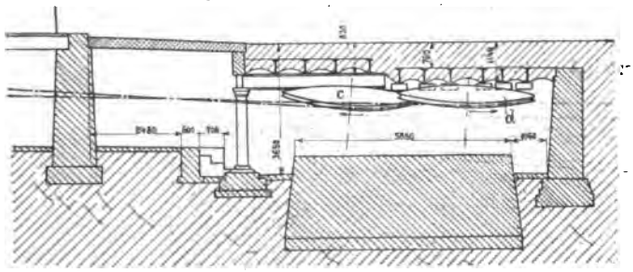
Fig. 129. Mafsstab 1 : 200.

der 8 liegende Röhrenkessel von 100 PS und 7 kg/qcm Spannung in 2 Gruppen enthält. Die Kessel sind so angeordnet, dass jede Gruppe unabhängig von den anderen betrieben werden kann.

In fast allen Seilbahnstationen in Chicago wird mit Erdöl geheizt, nicht, weil es billiger, sondern weil es bequem und reinlich ist. Das Oel wird durch 2 Düsen in den Feuerraum gedrückt und durch Dampfstrahlgebläse zerstäubt. Es wird den Brennern unter dem Druck einer 2,1 m hohen Oelsäule zugeführt, nachdem es vorher durch ein mit Dampf geheiztes Röhrensystem vorgewärmt worden ist. In der Milwaukee Av. Station werden täglich 49 Fass [1]) Oel im Preise von 70 bis 75 Cts. verbrannt. Das Speisewasser wird durch Auspuffdampf vorgewärmt.

In der Blue Island-Zentralstation wird die Kraft von 2 Hochdruckmaschinen der E. F. Allis Co. in Milwaukee von je 1800 PS geliefert. Die Schwungräder haben 7,3 m Dmr. und je 50 t Gewicht. Die beiden Maschinen treiben an den Kopfenden eine durchgehende 457 mm dicke Hauptwelle an, von welcher aus 4 Seiltrommelsätze betrieben werden, von denen 3 in dauerndem Betrieb sind und einer in Reserve bleibt. Der Antrieb jedes Seilzuges erfolgt mittels Stahlgussstirnräder und eingesetzter Reibungskupplungen in der in Fig. 125 angedeuteten Weise, so zwar, dass die eine Hälfte der Reibungskupplung jedesmal auf der durchgehenden Hauptwelle festsitzt, während das Antriebszahnrad ausgebuchst ist und mit der zweiten Hälfte der Reibungskupplung lose auf der Welle läuft. Durch Einrücken der Reibungskupplungen, was mittels Druckwassers geschieht, kann man jeden Seilzug unabhängig von dem anderen in Betrieb setzen. Die durchgehende Hauptwelle selbst ist zwischen jedem Seilzug abgesetzt und mit einer leicht lösbaren Scheibenkupplung versehen. Die beiden Stirnflächen der Kupplung und die Wellenenden stehen etwas mehr von einander ab, als die Seildicke beträgt. Verbunden wird die Kupplung durch einen zwischen die beiden Stirnflächen diametral in Nuten eingeschobenen

Fig. 128. Mafsstab 1 : 200.



kräftigen Stahlkeil, welcher mittels Schrauben zwischen der Stirnfläche zusammengepresst wird.

Jedes Antriebsrad von 6′ = 1,83 m Dmr. und 356 mm Zahnbreite treibt zu beiden Seiten der durchgehenden Hauptwelle liegende gröfsere Räder von je 14′ = 4,27 m Dmr. Diese grofsen Räder sitzen jedesmal zwischen zwei festen Lagern, während auf ihren verlängerten Achsen aufsen — fliegend — die Differentialseiltrommeln aufgesteckt sind, um welche das Seil 5mal geschlungen ist. Da jedes Seil somit auch die durchgehende Hauptwelle 5mal umfasst, muss letztere an einer Stelle gelöst werden können, wenn ein neues Seil aufgezogen werden soll. Dies ist durch die beschriebene Kupplung möglich gemacht, zwischen deren Scheiben das Seil hindurch gezogen werden kann. Von den Differentialseiltrommeln, Fig. 123, wird dann der seitliche Ring weggenommen und das Seil auf die Trommeln gelegt.

Damit der summirte Seilzug die Achsen der zwei zu beiden Seiten der Hauptwelle liegenden Differentialseiltrommeln, welche fliegend aufgesetzt sind, nicht zu sehr beanspruche, sind aufser halb derselben sehr kräftige gusseiserne Abstützstangen angebracht, welche die Hauptwelle zweiteilig umfassen und an ihren Enden dem Endzapfen der Seiltrommelwellen eine nochmalige Lagerung gewähren, wie aus Fig. 125 ersichtlich ist.

In die Teilfuge der Abstützstange in der Mitte der Hauptwelle sind Keilschrauben eingesetzt, durch welche die genaue Achsentfernung der beiden Endlager eingestellt werden kann. Durch diese Abstützung ist es möglich, den Seilzug teilweise aufzufangen und aufzuheben, sodass die zu beiden Seiten der Zahnräder befindlichen festen Lager wesentlich entlastet werden.

In der Van Buren-Zentralstation, deren Grundriss und Aufriss aus Fig. 126 ersichtlich sind, wird zur Zeit nur ein Strafsenseil betrieben, während das andere als Reserve liegen bleibt. Der Antrieb erfolgt hier mittels Hanfseile durch zwei Allis-Eincylindermaschinen von je 1000 PS mit 38″ = 965 mm Dmr. und 60″ = 1524 mm Hub, die mit 55 Min.-Umdr. ohne Kondensation und mit 7 Atm. Dampfanfangsdruck arbeiten. Jede der Dampfmaschinen, von welchen eine als Reserve dient, greift durch die Kurbelscheibe die Kopfenden einer durchgehenden Welle an, auf der in der Mitte die Hauptseilscheibe von 8′ = 2,44 m Dmr. aufgesetzt ist. Bei den Trommelsätzen werden beide Friktionsseiltrommeln von 13′ 6″ = 4,1 m Dmr. angetrieben, und zwar in der Weise, dass je eine rechte und linke Trommelscheibe eine gemeinsame Welle haben. Auf diesen Wellen nun sitzen die beiden Antriebsseilscheiben von je 32′ = 9,75 m Dmr. und 60 t Gewicht, welche von der Schwungradwelle der Dampfmaschine aus, die eine mit 12, die andere, näher liegende, mit 14 dreizölligen (76 mm) Baumwollseilen getrieben werden. Die Reibungstrommeln können jede für sich abgekuppelt und dadurch das Reserveseil aufser Thätigkeit gebracht werden; ebenso sind zwischen jeder Dampfmaschine und der Hauptseilscheibe auf der Schwungradwelle Kupplungen angebracht, um die Reservemaschine auszuschalten. Von den in der Blue Island-Station angebrachten Abstützstangen zwischen je zwei zusammengehörigen Friktionsseiltrommeln ist kein Gebrauch gemacht.

Dem Antrieb mit Hanfseilen wird in neuerer Zeit der Vorzug gegeben, weil bei den grofsen Stöfsen, die im Strafsenseil auftreten, und bei Seilbrüchen die Maschinen vor Schäden bewahrt bleiben. Die Raumverhältnisse im Innern grofser Städte gestatten nur nicht immer, von diesen Vorteilen Gebrauch zu machen.

Interessant ist, dass die Gebäude in der Van Burenstrafse auf alte vorhandene Fundamente aufgesetzt sind, welche sich seit der Montage der neuen schweren Maschinen als zu schwach herausgestellt haben. Man hat deshalb die Mauern des Gebäudes auf 500 Stahlschrauben gesetzt, die um so viel in die Höhe geschraubt werden, als sich die Fundamente senken, sodass die Gebäude in gleicher Höhe erhalten und vor Rissen bewahrt werden.

Seilführung und Oberbau. Wie schon erwähnt, münden in der Regel an den Stationen mindestens 2 Seile ein. Die Einführung dieser Seile in das Gebäude geschieht durch grofse Führungsrollen von 3 bis 3,6 m Dmr. mit Kompassaufhängung der Spurlager und stellbaren oberen Halslagern, sodass man in der Lage ist, der Achse jede beliebige Neigung geben zu können. Die Einführung der Seile in die Gebäude der Milwaukee Av. Station ist in den Fig. 127, 128 und 129 dargestellt, die auch die Art und Weise veranschaulichen, wie die beiden Kabel, die hier zusammenkommen, einander genähert werden, damit die Wagen das eine Seil verlassen und das andere aufnehmen können. Die Strafse ist vor dem Gebäude zwecks Aufnahme der Leitrolle und guter Zugänglichkeit aller Teile vollständig unterkellert. Das von der einen Seite anlaufende Seil *a*, Fig. 127, wird aus der wagerechten Richtung durch die Rolle *b* abgelenkt und über die grofse Leitrolle *c* rechtwinklig zur Station hineingeleitet; dort werden zunächst die Seiltrommeln umschlungen, das Seil über die Scheibe des Spannwagens und von da zur Strecke in gleicher Weise, wie die Einführung bewirkt worden ist, über die Scheibe *d* und Rolle *e* zurückgeleitet.

[1]) 1 Fass (Barrel) = 42 U.S. Gallons = 159 ltr.

Fig. 130. Mafsstab 1 : 300.

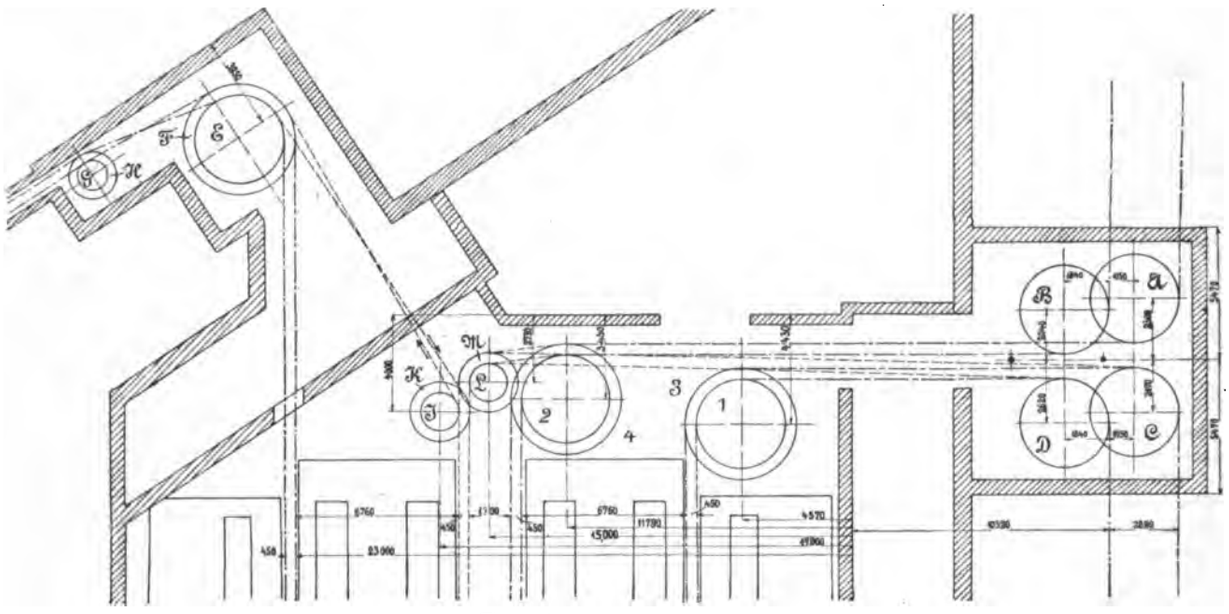


Fig. 131. Mafsstab 1 : 200.

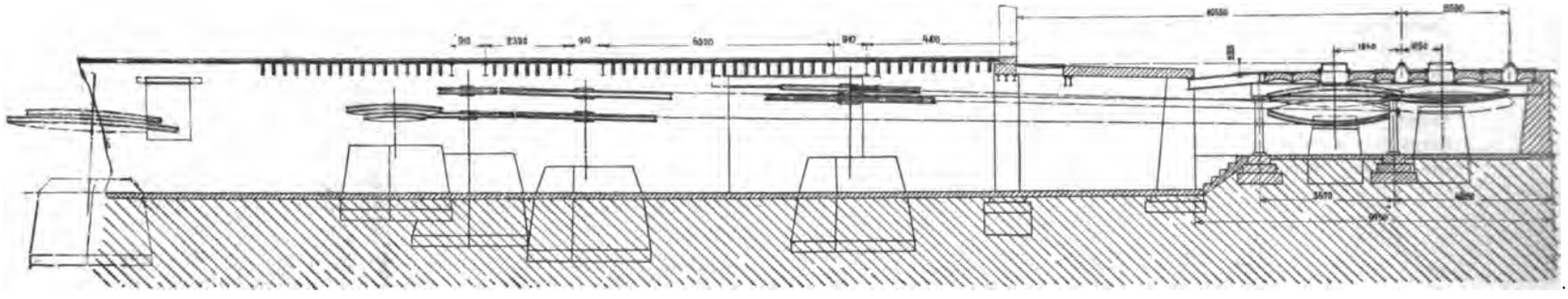
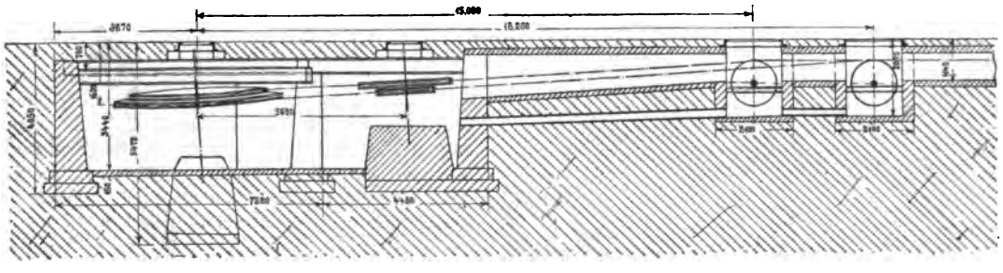


Fig. 132 Mafsstab 1 : 200.



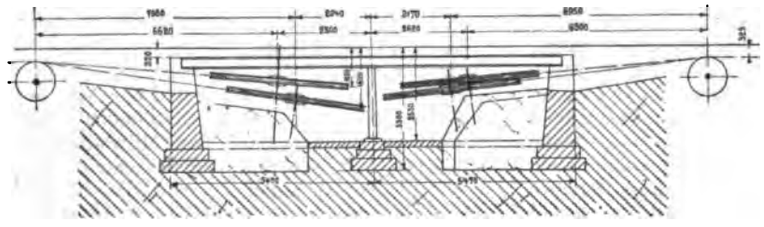
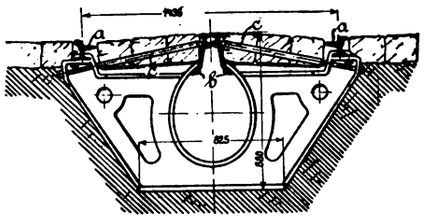


Fig. 133.
Mafsstab 1 : 200.

Das andere Seil derselben Strecke wird in ähnlicher — nur umgekehrter — Weise eingeführt, sodass die in gleicher Richtung laufenden Enden beider Seile dicht an einander vorbeigehen. Die Laufschienen machen an solchen Stellen eine kurze Ablenkung, um dem Greifer nach erfolgtem Loslassen eines Seiles das Ergreifen des zweiten zu ermöglichen.

Eine andere Seileinführung in die schon erwähnte neue Station, Ecke der 12. Strafse und Blue Island Av., ist in den Fig. 130 bis 133 dargestellt. Die Station betreibt 3 Kabel, zwei für die Blue Island Avenue und eine für die 800 m entfernte Halsted-Strafse, der es durch einen unter der 12. Strafse gelegenen Kanal zugeführt wird. Wie schon erwähnt, sind 4 Seilscheibensätze angeordnet, von denen der eine als Reserve dient und für jedes Kabel benutzt werden kann. In Fig. 130 ist der Grundriss der Anordnung dargestellt. Das nordöstliche Seil der Blue Island Av. wird über die Scheiben A, B, 4 und 2 den Seiltrommeln zugeführt, das südwestliche läuft über die Scheiben 1, 3 und C, D. Das Seil der Halsted-Strafse läuft in einem Tunnel die 12. Strafse entlang und wird durch die Rollen GH und die Scheiben EF dem 4. Seiltrommelsatz zugeführt. Die Führungsscheiben sind mit Ausnahme der Scheiben unter der Blue Island Av.

Fig. 134. Mafsstab 1 : 40.



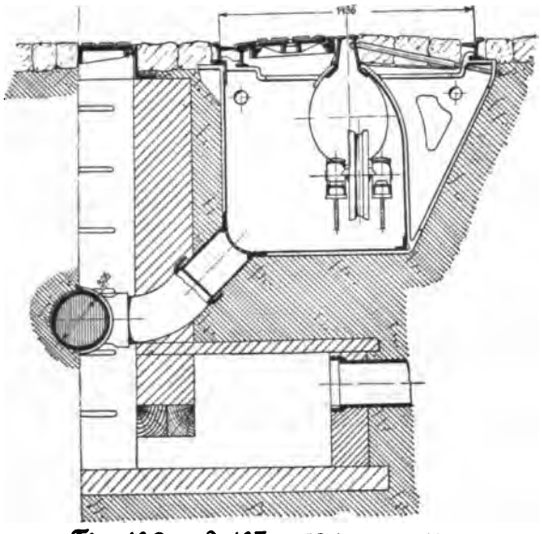
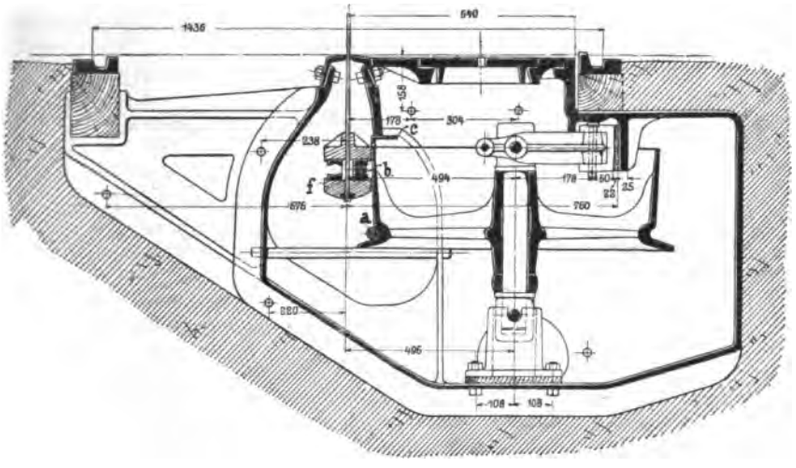
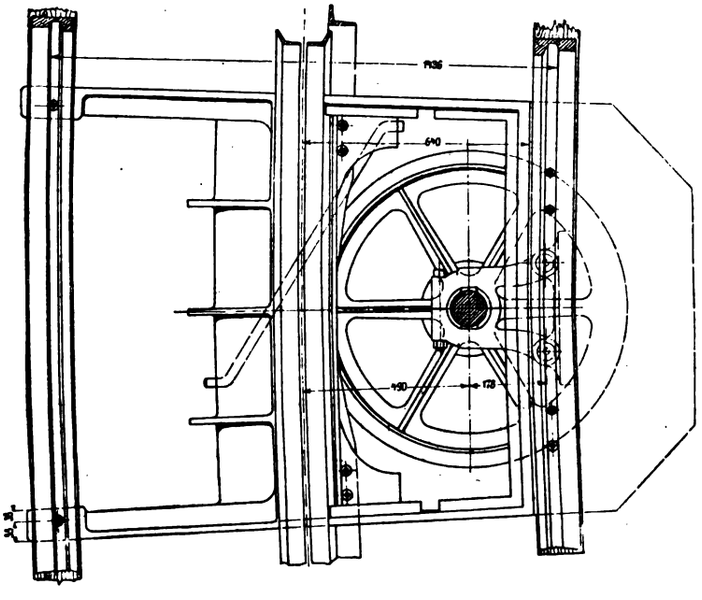


Fig. 136 und 137. Mafsstab 1 : 20.





mit verschiedenem Durchmesser ausgeführt und auf eine Achse gesetzt, wodurch eine gedrängtere Anordnung erreicht wird.

Der 3. Seiltrommelsatz ist als Reservesatz aufgestellt und bekommt die Seile durch die Scheiben JK und LM zugeführt. Hierbei sind die ersteren zur Aufnahme des Halsted-Strafsenkabels, die letzteren zur Aufnahme der Blue Island-Kabel bestimmt, im Falle an den Seilzügen dieser Kabel ein Unfall vorkommen sollte.

Fig. 135. Mafsstab 1 : 40.

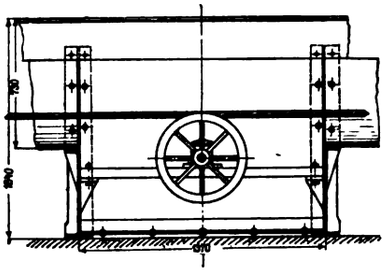


Fig. 131 stellt den Aufriss der Führungsrollen dar. Fig. 133 zeigt im einzelnen den Uebergang der Seile aus der Strecke der Blue Island Avenue und Fig. 132 den Tunnel und die Scheiben des Halsted-Kabels.

Beim Passiren des Seilwechsels muss, wie erwähnt, der Mitnehmer das eine Seil loslassen und der Wagen die kurze Strecke bis zur Aufnahme des anderen Seiles durch sein Trägheitsvermögen zurücklegen. Die Stellen, an denen das Seil losgelassen werden muss, sind gekennzeichnet. Die Führer dürfen diesen Punkt um nicht mehr als einige Fufs überschreiten, sonst reifst der Mitnehmer das Seil durch. Obgleich sie sehr grofse Geschicklichkeit in der Handhabung des Mitnehmers erlangen, so sind doch mehrfach Seilbrüche vorgekommen und deshalb in neuerer Zeit Sicherheitsvorrichtungen angebracht, die bei Vernachlässigung der Vorschriften

Fig. 138.

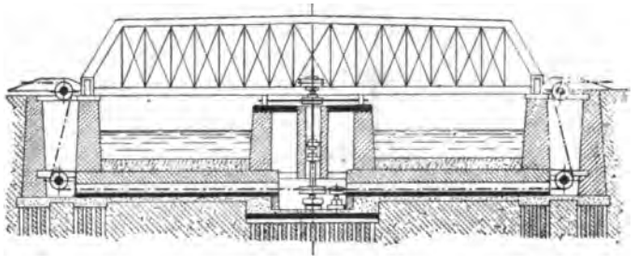
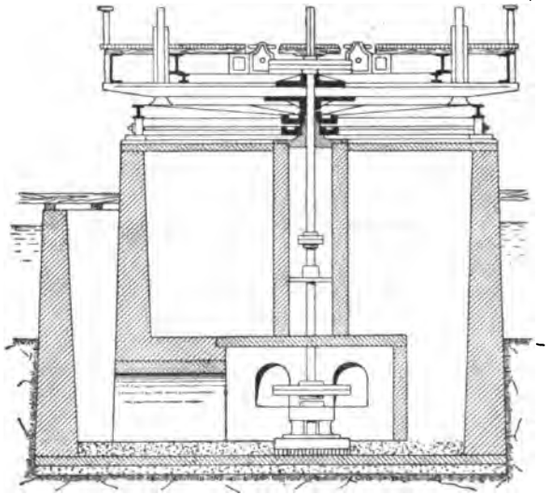


Fig. 139.



entweder den Mitnehmer zertrümmern, oder das Seil gewaltsam aus ihm herausreifsen.

Der Mitnehmer besteht im wesentlichen aus einer breiten 10 mm dicken Blechplatte, welche am unteren Ende 2 Backen trägt, die durch den Wagenführer mit einem Kniehebel mit beliebigem Druck auf das Seil gepresst werden können. Die Backen sind mit auswechselbaren Schuhen versehen, die meistens aus Gussstahl, besser jedoch auch aus Weifsmetall hergestellt werden. Die Schuhe sind einer bedeutenden Abnutzung unterworfen, da das Seil sehr oft darin gleitet, wenn der Führer, um langsam zu fahren, die Backen

nur mäſsig zusammenpresst. Der Mitnehmer ist auſserdem mit Daumen versehen, um das Seil ganz herauswerfen zu können.

Die Konstruktionen der Mitnehmer sind sehr mannigfaltig. Die neueren haben kleine Rollen, um bei geöffnetem Mitnehmer das Seil nicht auf dem Schuh schleifen zu lassen. Weiſsmetallschuhe dauern ungefähr 20 Tage, greifen das Seil aber viel weniger an als Gussstahlschuhe, deren Dauer etwa 60 bis 90 Tage beträgt. Ein Mitnehmer ist in Fig. 141 in Ansicht und in Fig. 136 im Schnitt dargestellt. Die Mitnehmer

Fig. 140. Maſsstab 1 : 3000.

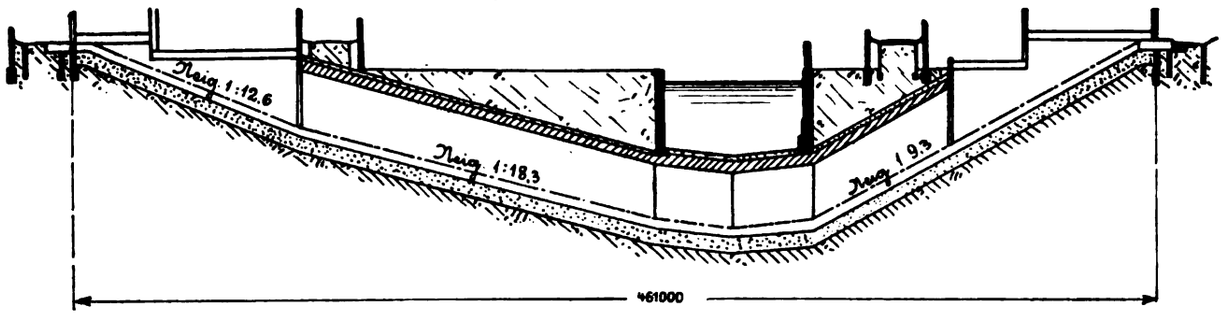
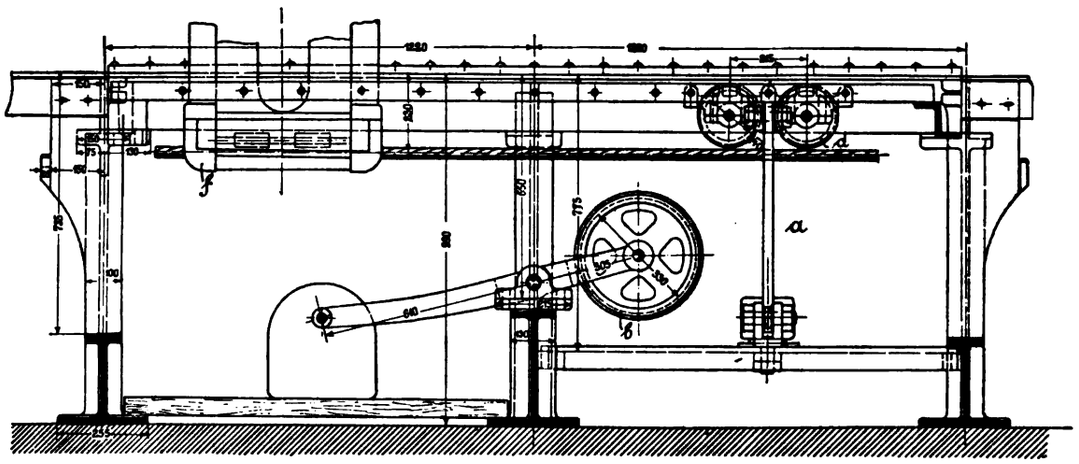


Fig. 141. Maſsstab 1 : 20.



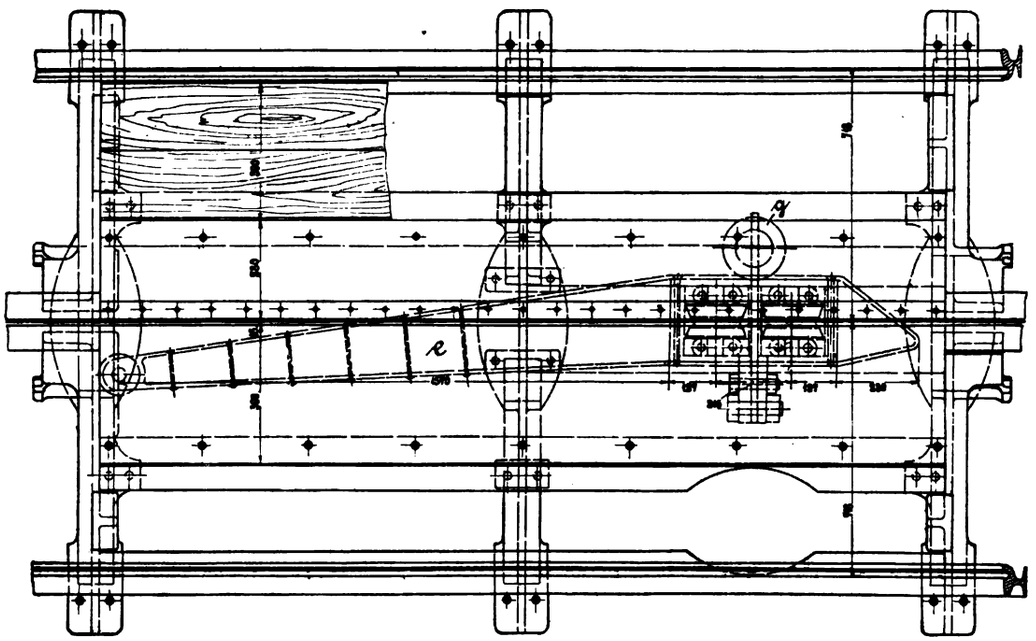


Fig. 143. Maſsstab 1 : 20.

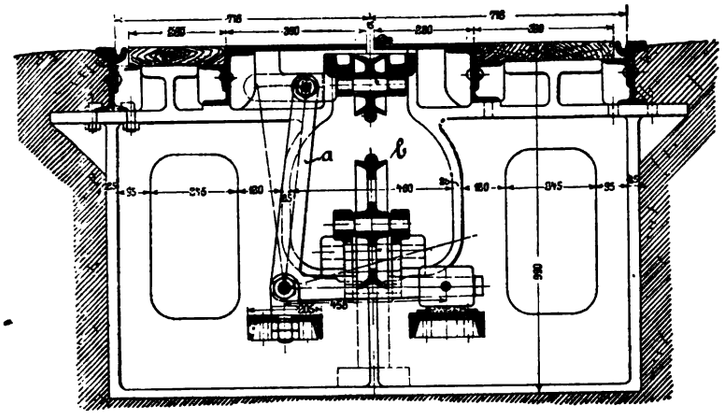
müssen sehr oft nachgesehen und reparirt werden, was einen beträchtlichen Anteil zu den Betriebskosten liefert.

Der Oberbau und die Seilführung auf geraden Strecken sind verhältnismäſsig einfach. Die Schienen ruhen auf gusseisernen Böcken, die in einer Entfernung von 1,5 m angebracht sind und auf einer Betonschicht von 0,3 m Höhe ruhen. Ein solcher Tragbock ist in Fig. 134 oben dargestellt. Diese Böcke sind 0,74 m hoch, an der Grundfläche 0,835 m breit und in der Achse mit einer eiförmigen Oeffnung von 0,43 m Breite und 0,76 m Höhe versehen. Hierdurch ist die Richtschnur für die Zwischenmauerung zwischen den einzelnen Tragböcken gegeben, welche in bestem Zement aufgeführt

wird und mit den Oeffnungen der Tragböcke einen fortlaufenden ovalen Kanal mit obigen Abmessungen zur Aufnahme des Seiles bildet.

Aufser den mit Uebergreiflaschen befestigten Schienen *aa* sind in der Mitte des Gleises 2 andere Schienen *bb*, welche den Schlitz für den Mitnehmer der Seilwagen bilden, mit den Tragböcken verschraubt und durch Flacheisenstangen *cc* verstrebt; die Schienenstöfse ruhen ebenfalls auf diesen Böcken. Die Schlitzschienen liegen 25 mm höher als die eigentlichen Laufschienen und bilden somit die Wasserscheide. Zwischen den Schienen ist ziemlich lockere Granitpflasterung angebracht. Es muss nämlich auf die Schwierigkeiten im Winter Rücksicht genommen werden, wo durch den Einfluss des Frostes die Schlitzschienen derart zusammengedrückt werden können, dass Betriebsstörungen entstehen. Durch möglichst grofse Fugen in der Pflasterung können diese Schwierigkeiten bedeutend vermindert werden. Die richtige Weite der Schlitze wird durch Aufseher geprüft, und, falls Verengungen eingetreten sein sollten, werden die Schienen durch Keile aus einander getrieben.

Fig. 142. Mafsstab 1 : 20



Ein wichtiger Umstand bei dem Betrieb einer Seilbahn ist die Entwässerung der Seilführungskanäle. Die Chicagoer Bahnen haben zwischen den beiden Gleisen einen eigenen Abführkanal, der von der Strafse zugänglich ist und sein Wasser durch seitliche Abflüsse an den städtischen Kanal abgiebt. Die Entwässerungsanordnung ist in Fig. 134 unten dargestellt, die auch die — von der gewöhnlichen abweichende — Bauart derjenigen Tragböcke veranschaulicht, an denen die gusseisernen Leitrollen für das Seil angebracht sind. Solche Rollen sind alle 10 m weit aufgestellt und durch Einsteigeschächte von oben zugänglich. Sie haben gewöhnlich 0,4 m Dmr. und sind einfach in Konsolhängelager eingelegt, die ohne irgend welche Verschraubung in die Tragböcke Fig. 135 eingehängt sind. Die Lager werden durch Fettbüchsen geschmiert, deren Inhalt nur alle 2 bis 3 Monate erneuert zu werden braucht. Die Rollen müssen im günstigsten Falle jedes Jahr erneuert werden, häufig aber schon nach wenigen Monaten. Es mag noch bemerkt werden, dass die Rollen nicht in der Achse der Tragböcke liegen, sondern um die halbe Breite des Mitnehmers davon entfernt sind, damit sie genau in dieselbe Richtung kommen wie die Achse des Seiles im Mitnehmer selbst.

Sehr unbequem sowohl bei der Anlage als beim Betrieb der Seilbahnen sind die Kurven, weil sie eine sorgfältige Absteifung des Bahnkörpers sowie eine grofse Anzahl von Führungsrollen nötig machen und im Betrieb eine starke Abnutzung des Seiles verursachen. Die Kurven werden gewöhnlich aus 3 Kreisbogen zusammengesetzt, von denen die beiden äufseren einen grofsen Radius, meistens 100′ = 30 m, der mittlere einen kleinen Radius, 15 m und weniger, hat Je kleiner der Radius ist, um so näher an einander müssen die Leitrollen gesetzt werden. Bis zu 15 m Radius werden diese in Entfernungen von je 1,22 m angebracht, bis zu 23 m Radius in doppelter Entfernung und so fort, bis auf geraden Strecken die Entfernung von 10 m erreicht wird.

Die Kurvenführungsrollen, deren Achsen senkrecht angeordnet sind, haben gewöhnlich 813 mm Dmr., sind sehr breit gebaut und mit einem vorstehenden Rande am unteren Umfang zur Aufnahme des Seiles versehen. Die Anordnung einer solchen Rolle ist in Fig. 136 und 137 im Querschnitt und Grundriss dargestellt. Die Lage bei *a* wird von dem Seil angenommen, wenn kein Wagen passirt. Kommt jedoch der Mitnehmer, so hebt er das Seil in die Lage *b* und legt sich gegen ein Winkeleisen *c*, das die nach dem Mittelpunkt des Kurvenradius gerichtete Teilkraft des Seilzuges aufnimmt, da der Mitnehmer hierzu viel zu schwach sein würde. Das Winkeleisen ist in der ganzen Ausdehnung der Kurve angebracht und an den Stellen, wo die Umfänge der Rollen liegen, ausgeschnitten. Die Konstruktion der Lager ist derart, dass die Rollen leicht ausgewechselt werden können. Die senkrechte Achse steht mit dem unteren Ende in einer Spurbüchse, die mit 2 Drehzapfen versehen ist und einfach in die untere Lagerkonsole eingehängt wird. Der Bock des Halslagers besteht aus 2 Teilen, die um Zapfen drehbar sind und durch einen Schraubenbolzen zusammengehalten werden. Um die Scheibe auszuwechseln, genügt es, den Bolzen zu lösen und die Lagerarme von einander zu entfernen. Die Grundplatten der Lager sind nicht unmittelbar auf den gufseisernen Bock aufgeschraubt, sondern auf eine dazwischengelegte Holzplatte, um die Uebertragung der Stöfse auf die Tragböcke abzuschwächen.

Bei aufsergewöhnlichen Verhältnissen sind aufser diesen erwähnten Konstruktionen für Seilführung noch besondere Anordnungen nötig: so z. B. für die Tunnelunterführung der Seilbahn in Chicago. Die Stadt wird durch den Chicagofluss in zwei für gewöhnlich durch Drehbrücken mit einander verbundene Teile geteilt. Es giebt Konstruktionen, um den Seilbahnbetrieb auch für diese Drehbrücken einzurichten. In Fig. 138 und 139 ist eine solche dargestellt. Das Hauptkabel wird durch Führungsrollen in einem Tunnel unter den Fluss hergeleitet und umschlingt in der Drehachse der Brücke eine senkrechte Welle, die ein Hilfskabel nur für den Bahnbetrieb auf der Brücke antreibt. Die Bewegungen der Brücke erleiden durch diese Einrichtung kein Hindernis. Sicherheitsvorrichtungen sind vorhanden, um die Wagen bei geöffneter Brücke aufzuhalten. Für den dichten Verkehr in Chicago war diese Bauart aber nicht angängig; es mussten vielmehr der Fluss und die nächsten angrenzenden Strafsen durch Tunnel unterführt werden, von welchen gegenwärtig drei vorhanden sind. Der neueste ist erst kürzlich in Betrieb gekommen und mit einem Kostenaufwande von 1½ Mill. $ von der West Co. hergestellt worden. Er hat eine gesamte Länge von 461 m, eine stärkste Neigung von 1 : 9,3 und ist in Fig. 140 im Querschnitt dargestellt. Die beiden älteren Tunnel haben geringere Neigungen und gröfsere Länge. Das Gewicht des Seiles war schon allein genügend, um dieses, das infolge des Seilzuges nach oben strebt, auf den Leitrollen zu erhalten.

Bei dem neuen Tunnel war das Eigengewicht nicht ausreichend; es musste deshalb eine besondere Vorrichtung angebracht werden, um das Seil niederzuhalten. Sie ist in Fig. 141 bis 143 dargestellt und besteht im wesentlichen aus zwei kleinen Rollen *d d*, die an einem langen Hebel *e* so gelagert sind, dass durch Drehung des Hebels die Rollen zur Seite gehen, d. h. sich einer Laufschiene nähern, um den Mitnehmer frei vorbeigehen zu lassen. Mit dem Hebel *e* ist der Winkelhebel *a* verbunden und mit einem Gegengewicht versehen, das die Rollen immer nach Passiren des Mitnehmers in die Ruhelage zurückbringt. Damit das Gewicht nicht heftig aufschlägt, ist eine Gummiunterlage angebracht. Die Rollen *d* werden durch den Mitnehmer des Wagens zur Seite geschoben, der an den im Grundriss, Fig. 143, sichtbaren Hebel *e* mit senkrechter Drehachse anstöfst, durch seine Vorwärtsbewegung an der schrägen Fläche desselben abgleitet, damit den Hebel *e* zur Seite dreht und das Gegengewicht *g* aufhebt.

Da das Seil im Tunnel fortwährend auf- und niederschwankt, so war man genötigt, aufser den Leitrollen *d* noch untere Führungsrollen *b* anzuordnen, die an einem Hebel mit Gegengewicht gelagert sind und bei dem Aufschlagen des Seiles nachgeben können, wie aus Fig. 141 ersichtlich ist. In dem Tunnel sind 5 solcher Vorrichtungen angebracht.

Es erübrigt noch, über die Seile selbst einiges zu er-

wähnen. Die Seile haben gewöhnlich $1^5/_{16}$" bis $1^1/_2$" = 33 bis 38 mm Dmr. und sind aus 6 Litzen von je 16 Drähten angefertigt. Das längste Seil von 8428 m läuft mit einer Geschwindigkeit von 11 engl. Meilen i. d. Std., d. i. 4,9 m/sek. Die gröfste Seilgeschwindigkeit ist $14^3/_4$ Meilen i. d. Std. = 6,6 m/sek. Die langsam laufenden Seile dienen dem dichten Verkehr im Innern der Stadt. Die Seildauer richtet sich nach der Inanspruchnahme und der Zahl der Kurven. Tunnelseile und Seile in den Verkehrschleifen haben den gröfsten Verschleifs. Man macht deshalb diese Seile möglichst kurz, um die Erneuerungskosten zu vermindern. Das Seil des van Buren Street-Tunnels muss alle Monate erneuert werden; ein versuchsweise eingesetztes Seil englischer Herkunft, von Geo. Cradock & Co. in Wakefield geliefert, dauerte 90 Tage. Gewöhnlich beträgt die Verwendungsdauer mittelmäfsig beanspruchter Seile 8 bis 9 Monate; die Dauer von einem Jahr ist schon eine Seltenheit.

Die Seile werden mit Teer und Leinöl regelmäfsig geschmiert, um die Abnutzung zu vermindern. 1 m Seil wiegt 3,72 kg und kostet neu rd. 4 ℳ. Alte Seile werden in Stücke von 3 m Länge zerschnitten und zu 25 bis 34 ℳ für 1 t verkauft.

Die Seile werden jede Nacht zwischen 2 und 6 Uhr, wo der Betrieb ruht, von der Maschine langsam durchgezogen und untersucht. Schadhafte Stellen werden reparirt. Um auch während des Betriebes schadhafte Stellen so bald als möglich aufzufinden, lässt man das Seil durch eine beweglich aufgehängte Oese laufen, die von den an einer Bruchstelle hervorstehenden Drähten umgelegt wird; dadurch wird ein Kontakt hergestellt und das Ertönen einer elektrischen Glocke veranlasst. Ist das Seil sehr abgenutzt, so wird ein neues eingesetzt, was in der Weise geschieht, dass es an das alte einfach angebunden wird. Zum Durchziehen des alten Seiles ist stets ein besonderes Windwerk mit grofser Trommel vorhanden, dem das Seil über Leitrollen zugeführt wird. Das Einsetzen eines neuen Seiles nimmt auf diese Weise nur 2 bis 3 Stunden in Anspruch. Das Spleifsen der Seilenden wird von geübten Leuten in $1^1/_2$ Stunden gemacht.

Den Mitnehmerwagen (grip-cars) sind immer noch ein oder zwei Anhängewagen (coach-cars) angehängt. Das Gewicht eines Mitnehmerwagens beträgt 3 bis 4 t. Der aus 2 Wagen (grip- und coach-car) zusammengesetzte Zug beansprucht auf den Linien der West-Co. einen Nettokraftbedarf von 4 PS im Durchschnitt; auf der Linie der Süd-Co. etwa 5 PS. Im Winter erhöht sich dieser Kraftbedarf um 30 bis 50 pCt.

Die Wagen sind mit sehr kräftigen Bremsen ausgerüstet. Werden mehrere Wagen hinter einander gehängt, so werden die Bremsketten der einzelnen Wagen mit einander verbunden, sodass alle Wagen gleichzeitig gebremst werden können. Auf den grip-cars sind in der Regel doppelte Bremsen angebracht, um Reserve zu haben, falls die eine versagt. Sämtliche Wagen sind aus vorzüglichen Hölzern sehr zuverlässig gebaut und im Winter geheizt.

Die West-Co. hat etwa 1000 Wagen im Betriebe und beförderte damit im Jahre 1892 nahezu 92 Millionen Personen.

Seil-Strafsenbahn in Cleveland, Ohio.

Bei dieser Anlage, welche jetzt ungefähr 3 Jahre im Betriebe ist, sind alle Erfahrungen der älteren Bahnen gebührend gewürdigt und benutzt worden.

Es sind 5 Seilbahnstrecken vorhanden, welche von der in der Superior-Strafse, nahe der Madison Avenue gelegenen Zentralstation aus betrieben werden. Von dieser Station aus geht die erste Strecke die Superior-Strafse hinauf ostwärts, die zweite dieselbe Strafse hinab westwärts bis zum Mittelpunkt der Stadt (zum Public Square), die dritte als Sekundärstrecke von Public Square nach der Water Street, die vierte von der Zentralstation in der Payne Avenue ostwärts, und die fünfte in derselben Strafse nach Westen. Die Anlage ist sehr übersichtlich in einem architektonisch geschmackvoll ausgeführten Gebäude untergebracht. Die ganze Grundfläche zerfällt in 5 Abteilungen, wovon eine durch die eigentliche Maschinenanlage, eine zweite von den Spannwagen und deren Gleisen, eine dritte von den Kesseln, die vierte von der Reparaturwerkstätte und die fünfte von den Bureaus eingenommen wird.

Zum Betrieb dienen zwei 1250pferdige von Wm. Wright in Newburgh, N. Y., gebaute Eincylinder-Dampfmaschinen mit 38" = 965 mm Dmr., 60" = 1524 mm Hub und 61 Min.-Umdr. Eine Maschine dient als Reserve. Die Schwungräder haben 7,3 m Dmr. und wiegen 65 t. Die Wrightschen Maschinen sind nach Art der Corliss-Maschinen gebaut, jedoch mit einer anderen Ausklinkvorrichtung versehen, welche beliebig weite Füllungsgrade zulässt. Dieser letztere Umstand ist namentlich für den Seilbahnbetrieb sehr wichtig, weil der Kraftbedarf, wie schon erwähnt, aufserordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Die Maschinen arbeiten mit einer Anfangsspannung von 5,6 bis 6 Atm. und ohne Kondensation, da die Wasserbeschaffung zu kostspielig wird.

Die Kurbeln der Dampfmaschinen sitzen an den Kopfenden einer 27 m langen und 406 mm dicken Haupttransmissionswelle, von denen bis jetzt 4 Seilzüge mittels Zahnräder angetrieben werden. Die Anlage kann durch zwei weitere Seilzüge vergröfsert werden. Die Anordnung der Räder und Seiltrommeln ist ähnlich wie diejenige in der Blue Island-Station in Chicago durchgeführt, nur ist die durchgehende Hauptwelle länger und Raum für Einbau von 6 Seilzügen vorhanden. Die Transmissionsteile der Differentialtrommeln und die gussstählernen Zahnräder sind von der Walker Mfg. Co. in Cleveland geliefert. Ein Reservetrommelsatz ist nicht vorgesehen.

Der Oberbau auf den verschiedenen Strecken und die Seileinführung in den Maschinenraum sind in ähnlicher Weise durchgeführt wie bei den Chicagoer Anlagen.

Die Seilgeschwindigkeit beträgt auf der wenig belebten East Superior-Strecke $14^1/_2$ englische Meilen i. d. Std. = 6,5 m/sek., auf den übrigen Linien $12^1/_2$ Meilen = 5,6 m/sek., mit Ausnahme der kleinen Strecke vom Public Square nach der Water Street, auf welcher der Magistrat der Stadt des dichten Verkehrs wegen nur eine Geschwindigkeit von 6 engl. Meilen i. d. Std. = 2,7 m/sek. zuliefs und die deshalb eine Umsetzung der Geschwindigkeit notwendig machte, welche in ganz interessanter Weise gelöst wurde.

Die Sekundärstrecke wird nämlich von dem Seil der West Superior-Strecke aus betrieben. Die Uebersetzung der Geschwindigkeit geschieht in einem grofsen tunnelartigen, unter der Strafsenoberfläche des Public Square untergebrachten Raume, Fig. 144, von 4.6 m Breite und 13,7 m Länge. Die Strafsendecke wird durch I-Stahlträger und zwischengelegte Gewölbekappen getragen, in welchen sich eine Lücke zum Einsteigen für den Maschinisten befindet, welcher die Anlage zu beaufsichtigen hat. Das ganze Triebwerk ist auf einem gemeinsamen gusseisernen Rahmen montirt. Das raschlaufende Hauptseil, welches von der Zentrale kommt, tritt auf der östlichen Seite in den Tunnel ein und gelangt auf zwei aufserhalb des Rahmens fliegend aufgesteckte Walkersche Differentialtrommeln von je 1,83 m Dmr., umschlingt sie zweimal und geht über eine grofse Kehrrolle von 1,85 m Dmr. zur Zentrale zurück.

Auf die Achsen dieses ersten Paares von Differentialtrommeln sind Stirnräder mit Friktionskupplungen aufgesetzt, welche in zwei andere, gröfsere Räder mit 1 : 2 Uebersetzung eingreifen. Diese gröfseren Räder sind aber auf die Achsen eines zweiten Paares von Differentialtrommeln aufgesteckt, um welche das langsam laufende Seil geschlungen ist, von dort nach aufsen geht und über eine als Spannrolle ausgebildete Kehrrolle von 1,8 m Dmr. zurückkommt. Der Wagen dieser Kehrrolle läuft auf einer schiefen Ebene von etwa 20° Neigung, und das Seil wird der Spannrolle durch kleinere Leitrollen zugeführt.

Durch Ausrücken der bei den kleineren Zahnrädern an-

gebrachten Kupplungen ist man in der Lage, die langsam laufende Strecke unabhängig aufser Betrieb zu bringen.

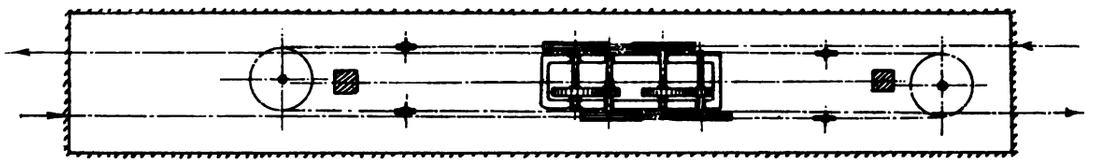
Die bei der Chicagoer Anlage erwähnten Abstützstangen zur unmittelbaren Aufnahme des Seilzuges bei jedem Seiltrommelpaar sind auch in der Clevelander Zentrale verwendet, nicht jedoch in der beschriebenen Unterstation, wo es sich nur um eine kurze Strecke und infolgedessen um geringere Kräfte handelt.

Der Kraftbedarf ist dem wechselnden Tagesverkehr entsprechend und daher aufserordentlichen Schwankungen unterworfen. Der stärkste Verkehr fällt in die Morgen- und Abendstunden, während deren die Arbeiter nach den zahlreichen am Ufer des Erie-Sees gelegenen Fabriken oder von da nach Hause fahren. Zu diesen Zeiten sind 75 bis 80 vollbesetzte Wagen im Betriebe, während in der Regel nur etwa 65 Wagen eingeschaltet sind. Gewöhnlich wird alle 6 Minuten ein aus 2 Wagen bestehender Zug abgelassen. Bei lebhaftem Verkehr werden aber auch manchmal 3 bis 4 Wagen an die Mitnehmerwagen angehängt.

Die Seillängen der einzelnen Strecken betragen:

I.	East Superior Street	7174 m
II.	West Superior Street	7437 »
III.	East Payne Avenue	8098 »
IV.	West Payne Avenue	7305 »
V.	Public Square-Water Street	2421 »

Fig. 144. Mafsstab 1 : 200.



Bei schwerem Schneefall sind 1160 PS ermittelt, was aber als höchster Wert anzusehen ist.

Der Betrieb wird morgens um 5 Uhr eröffnet und nachts um 12 Uhr eingestellt. Nimmt man das Mittel aus diesem 19stündigen Betrieb, so ergiebt sich der Kraftbedarf für alle Strecken zu ungefähr 700 PS_i im Sommer und 800 PS_i im Winter (normal). Dabei sind 65 Wagen im mittel unterwegs. Für den Netto-Kraftbedarf, also ohne Seil- und Maschinenwiderstand, kann man pro Wagen etwa 4 PS im Sommer und 5 bis 10 PS im Winter annehmen, während sich der Brutto-Kraftverbrauch im Sommer auf 10 bis 12, im Winter auf 12 bis 18 PS pro Wagen stellt.

Die verwendeten Seile haben $1^1/_2{}'' = 38$ mm Dmr. und sind aus 6 Litzen und Hanfseele hergestellt. Jede der Litzen besteht aus 10 dickeren Drähten von $2^1/_2$ mm und aus 10 dünnen Drähten von $1^1/_3$ mm Dmr. Die Verwendungsdauer der Seile hat sich, seit in den Grips die Stahlschuhe durch solche aus Weifsmetall ersetzt worden sind, nahezu verdoppelt und beträgt jetzt 9 bis 14 Monate.

Unmittelbar an das Maschinenhaus schliefst sich der Kesselraum mit 4 Babcock-Wilcox-Kesseln von je 362 PS. Von diesen sind gewöhnlich nur 2 im Betriebe, während in der Nacht und in der Ruhezeit nur einer, bei Schneestürmen dagegen 3 Kessel gefeuert werden. Jeder Kessel besitzt 2 Feuerungen, die sowohl mit Kohle als auch mit Erdöl betrieben werden können. Augenblicklich wird mit Erdöl geheizt, das von einer eigenen Gesellschaft bezogen wird, die das Oel an Fabrikbesitzer und Privatleute für Heizungs- und Beleuchtungszwecke in Cleveland verteilt und durch eine 72 km lange Rohrleitung von Lima im Staate Ohio nach Cleveland leitet. Die Verteilung des Oels geschieht wie in Chicago durch 2 Düsen mittels frischen Dampfes, nur mit dem Unterschiede, dass in Cleveland die Verbrennungsluft von der Rückseite der Feuerung hinzutritt, nachdem sie vorher auf einem längeren Wege durch erhitzte Schamottsteine vorgewärmt worden ist. Diese Oelfeuerungen sind seit zwei Jahren im ununterbrochenen Betrieb. Das Oel wird durch 2 Duplexpumpen aus einem unterirdisch angebrachten Behälter von 240 Barrels Gehalt den Kesseln bei 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm Druck zugeführt. Im mittel werden pro Tag 75 bis 80 Barrels Oel, das Barrel zu 42 US-Gallonen (159 ltr.) verbraucht. Das Oel kostet pro Barrel nur 50 Cts.

Das Speisewasser, welches durch den Auspuffdampf vorgewärmt wird, muss der städtischen Wasserleitung entnommen werden, was einen jährlichen Kostenaufwand von 1500 $ verursacht.

Aus den zahlreich angestellten Indikatorversuchen an den Betriebsmaschinen ergaben sich für den Kraftverbrauch folgende charakteristische Zahlen:

1)	für Leergang der Maschine einschl. Transmissionen ohne alle Seile	97 PS
2)	Leergang der Maschine mit Seil I, aber ohne Wagen (Winterbetrieb)	175 »
3)	Leergang der Maschine mit Seil I, II und III, ohne Wagen (Winterbetrieb)	370 »
4)	Leergang der Maschine mit Seil I, II, III und IV, ohne Wagen (Winterbetrieb) . . .	453 »
5)	Leergang der Maschine mit Seil I, II, III, IV und V, ohne Wagen (Winterbetrieb) . .	483 »
6)	vollbelastete Maschine mit sämtlichen Seilen und Wagen (Winterbetrieb)	1143 »

Für Leitung, Ueberwachung und Bedienung der ganzen Anlage sind thätig:

1 Obermaschinist	mit		1900 $	jährl.	Gehalt
2 Untermaschinisten	»	je	960 »	»	»
4 Oeler	»	»	660 »	»	» (wovon 2 in der Unterstation)
2 Heizer	»	»	660 »	»	»

Aufserdem sind 5 Mann am Tage und 2 Mann in der Nacht in der Reparaturwerkstätte, namentlich mit der Instandhaltung der Führungsrollen, beschäftigt.

Die gesamten Anlagekosten der Zentralstation einschl. Seile, Oberbau, sowie 60 Greiferwagen — grip-cars — und 120 Personenwagen — coach-cars — mit entsprechendem Wagenschuppen usw. beziffern sich ungefähr auf 2,1 Mill. $; sie betragen somit pro englische Meile rd. 100000 $, d. i. 265000 ℳ für 1 km.

E. Reichel.

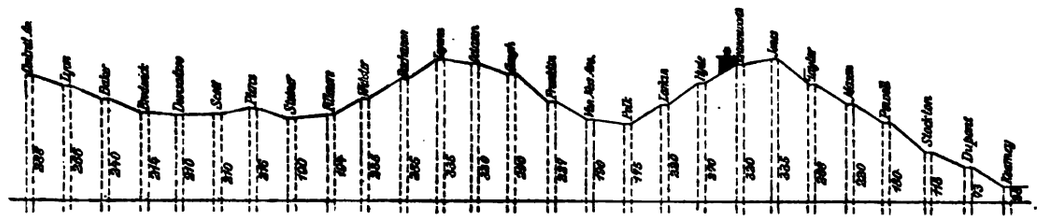
Kalifornische Seilbahnen.

San Francisco nahm den ersten Aufschwung anfangs der 50er Jahre, als die Goldgräber massenhaft ins Land zogen und beim Nachlassen des Goldfiebers gewöhnliche menschliche Thätigkeit in Kalifornien ertragsfähiger fanden als das Goldwaschen. In die Verwaltung der aufblühenden Stadt zog nach berühmten amerikanischen Mustern alsbald die Korruption ein; die Bessergesinnten vereinigten sich jedoch zweimal in den 50er Jahren zu einem »vigilance committee«, welches ohne Umstände die verkommenen Häupter der Stadtverwaltung nach Verdienst entweder hängte oder davonjagte.

Diese prompte Justiz hat augenscheinlich mächtig nachgewirkt. San Francisco ist heute im Gegensatze zu allen anderen amerikanischen Städten, vielleicht Washington ausgenommen, eine saubere, schöne, wohlgepflegte Stadt, die sich mit jeder europäischen messen kann, mit vorzüglicher Wasserleitung, gutem Strafsenpflaster usw., sodass der Europäer dort wieder den Einfluss einer geordneten Verwaltung geniefst und sich der schönen Stadt erfreut, welche die modernen technischen Hilfsmittel nicht blofs dort ausnutzt, wo das Geschäft es bedingt, sondern auch zum Gemeinwohl.

Fig. 145.

Seilbahn Clay Street.



Die kalifornische Ordnung scheint auch auf die Verkehrsmittel eingewirkt zu haben, sie sind hier im Gegensatz zu dem reichen und früher entwickelten Osten bequem und schön, vielfach geradezu musterhaft. Auf den Seilbahnen in San Francisco ist das Fahren nicht, wie in Chicago, eine Marter, sie sind für den Fremden eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges, und Kreuz- und Querfahrten auf den Seilbahnen durch diese hügeligste aller Städte mit ihren prächtigen Aussichten sind ein Vergnügen, was in anderen, selbst hochentwickelten Städten noch niemand behauptet hat, von Chicago ganz zu schweigen. Dabei ist die technische Durchbildung eine sehr eigenartige, auf durchaus selbständiger Erfahrung aufgebaute; aufserdem ist San Francisco die Vaterstadt der Seilbahnen.

Im Anschluss an den Bericht über die Chicagoer Seilbahnen will ich im Nachstehenden versuchen, einen kurzen Ueberblick über kalifornische Seilbahnen, ihren Bau und ihre Betriebsweise zu geben; mit Rücksicht auf den vorangegangenen Bericht des Hrn. Prof. Reichel kann ich mich dabei auf das Wesentlichste beschränken.

Zwar gilt für die Maschineneinrichtung der Seilbahnen, wenn nur der Grundgedanke verfolgt wird, Ben Akiba's Spruch in vollem Mafse; denn alles Wesentliche ist bei den alten Seilrampen und auch bei der Seilförderung im Bergbau schon dagewesen. Zur Zeit, als im Eisenbahnbetrieb Steigungen von 1 : 40 und darüber mit gewöhnlichen Lokomotiven nicht überwindbar waren, sind schiefe Ebenen mit Seilbetrieb, mit Friktionsseilwinden und Dampfmaschinenantrieb befahren worden. Heute sind diese Eisenbahnrampen aufser Betrieb, ich habe keine durch eigene Anschauung mehr kennen gelernt, aber durch den Verkehr mit Mitarbeitern an diesen für die damalige Zeit grofsartigen technischen Leistungen, insbesondere dem Chefingenieur der Cockerill-Gesellschaft, Hrn. Kraft de la Saulx, habe ich die Einzelheiten und Betriebserfahrungen kennen gelernt, und ich muss gestehen: alles Wesentliche findet sich bei den neuesten Seilbahnen wieder, nur die Einzelheiten sind verbessert, dem Zwecke besser angepasst; aber gerade von diesen Einzelheiten hängt der Erfolg ab. Ein Beweis hierfür ist die kleine Seilbahnanlage in Paris (Belleville). Diese wurde von städtischen Ingenieuren erbaut, kam aber erst nach 2jährigen vielfach missglückten Versuchen in Betrieb, nachdem aufser anderen unzähligen Aenderungen auch der Oberbau zweimal neu hergestellt werden musste.

Fig. 146. Alter Oberbau Clay Street. Maßstab 1 : 20.

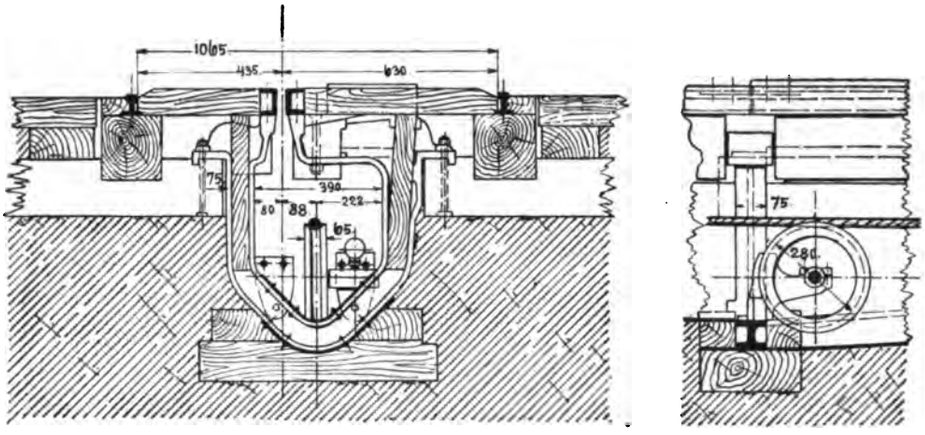


Fig. 147 Alter Oberbau. Maßstab 1 : 20.

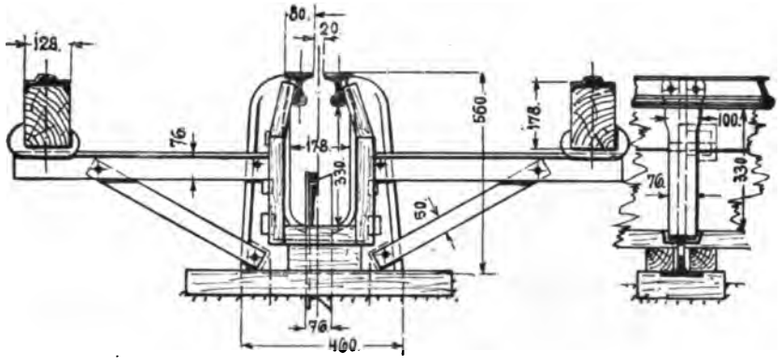


Fig. 149.
Klemmrolle.

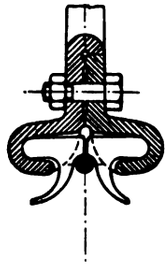
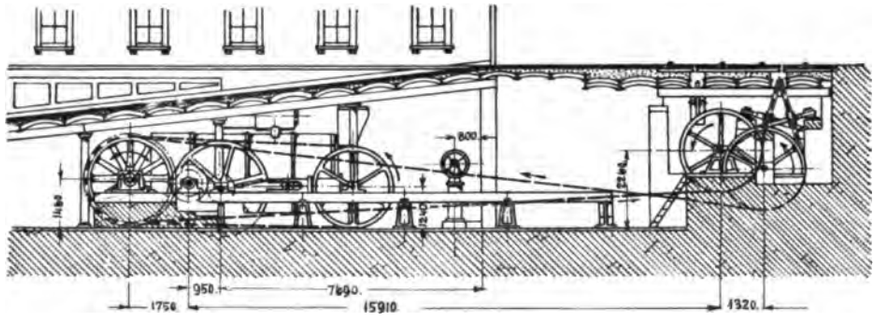
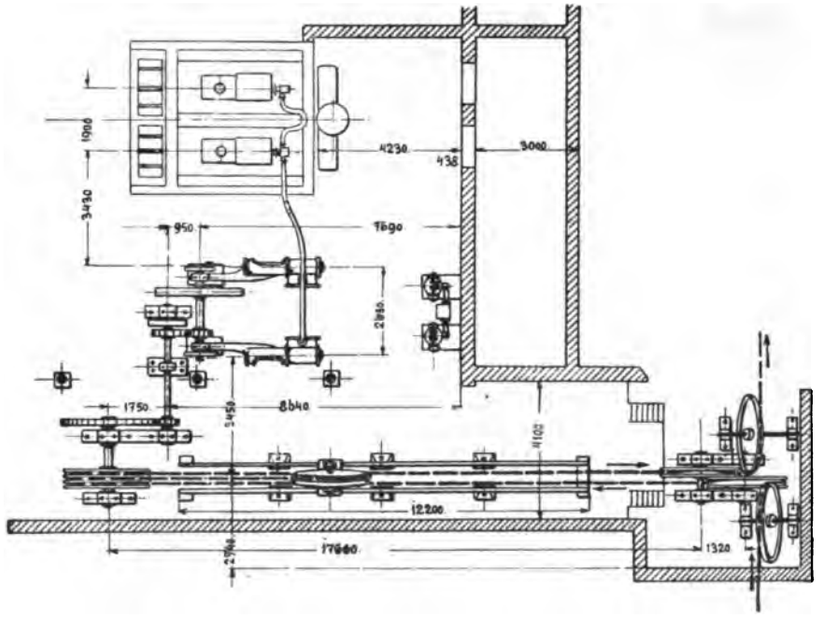


Fig. 148. Alte Maschinenanlage Clay Street. Maßstab 1 : 200.



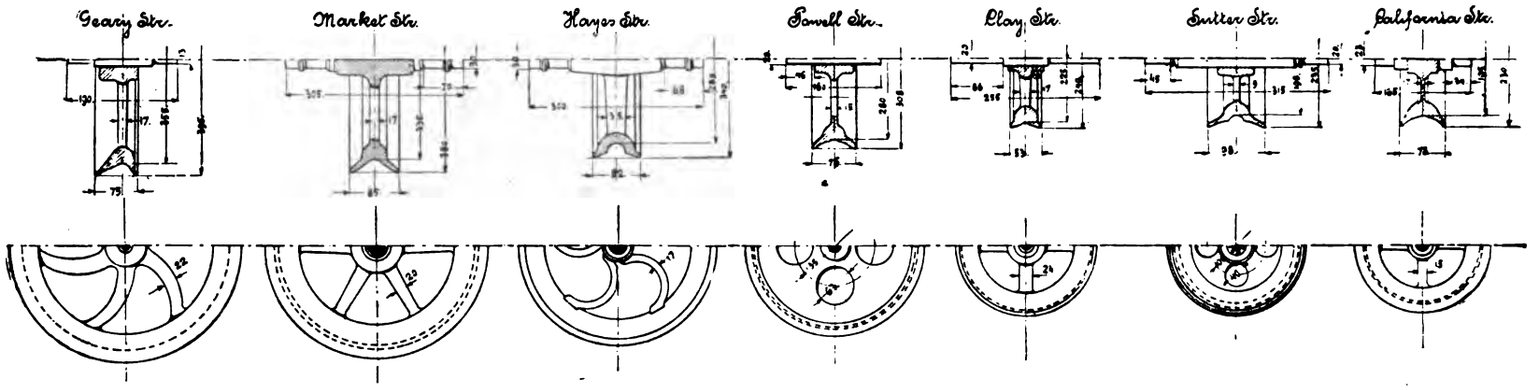


Gerade in Hinsicht auf diese wichtigen Einzelheiten sind unter allen mir bekannten amerikanischen Seil-Strafsenbahnen diejenigen in San Francisco am besten ausgebildet.

Die Seilbahnen im Osten, insbesondere die neuen Anlagen in Chicago und die beiden neuen grofsen Seilbahnen in New York am Broadway und in der 3. Avenue, sind mit neuen, vollkommenen Dampfmaschinenanlagen ausgestattet, die sonstigen Betriebseinrichtungen hingegen sind in San Francisco besser durchgebildet. Hier liegt gröfsere Erfahrung und gröfsere Sorgfalt vor, und das erfreuliche Ergebnis dieser Ueberlegenheit ist für den Fahrgast die prächtige Fahrt.

Die erste Seilbahn für städtischen Betrieb ist in San Francisco durchgeführt worden; sie ist noch verhältnismäfsig jungen Datums und wurde 1873 von Hallidie geplant und ausgeführt. Es ist in der That keine Stadt besser für diese Art Verkehrsmittel geeignet als San Fran-

Fig. 150. Seil-Tragrollen. Mafsstab 1 : 12.



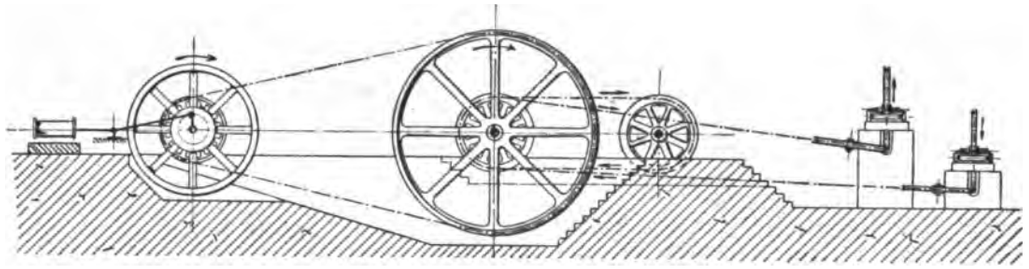
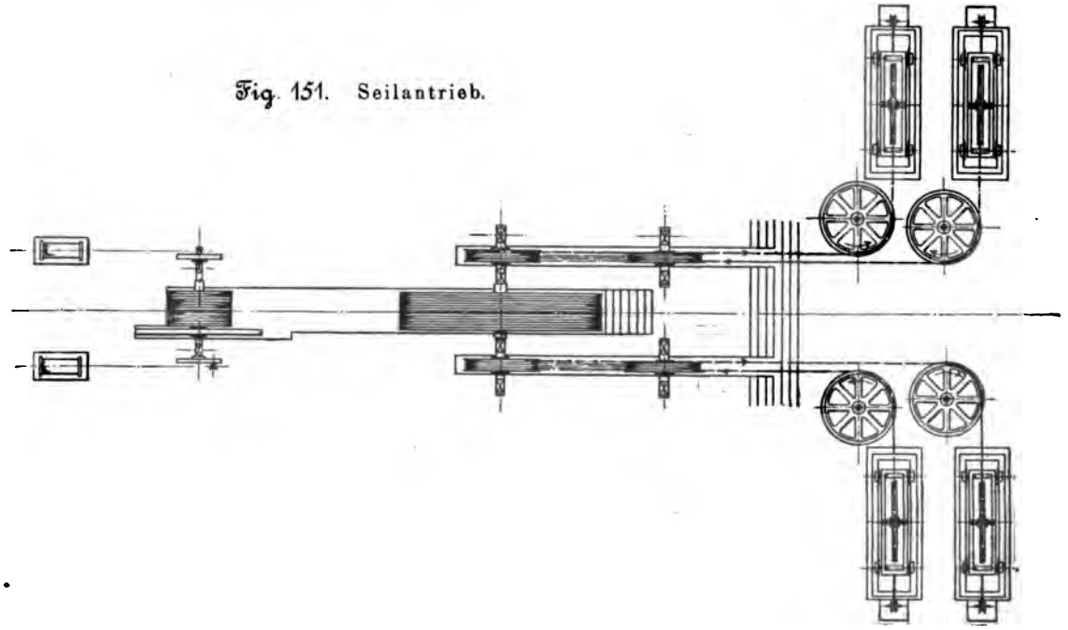


Fig. 151. Seilantrieb.



cisco, wo, der sehr hügeligen Lage wegen, weder elektrischer noch Pferdebahnbetrieb überhaupt in Frage kommen konnte. Seitdem hat der Seilbahnbetrieb in San Francisco einen ungeahnten Aufschwung genommen, obschon nur in einer einzigen Strafse (Market Str.) dichter Verkehr, in allen übrigen nur schwacher Verkehr auf sehr grofse Entfernungen zu bewältigen ist. Gegenwärtig sind etwa 70 km Bahnlänge in Betrieb, die täglich von ungefähr 30 pCt der Bevölkerung benutzt werden.

Der ersten Anlage standen viele Schwierigkeiten und Vorurteile gegenüber. Die Baubewilligung war sehr beschränkt und dem Unternehmen nicht günstig. Die Linie, für welche die 5197′ = 1585 m lange Strecke der Clay Str. ausersehen worden war, deren Profil in Fig. 145 dargestellt ist, musste in zwei Monaten ausgeführt werden; das Kapital musste von vornherein gezeichnet sein. Dabei war vorzüglichste Bauart vorgeschrieben, und dem Fuhrwerks- und Personenverkehr durfte kein Hindernis erwachsen.

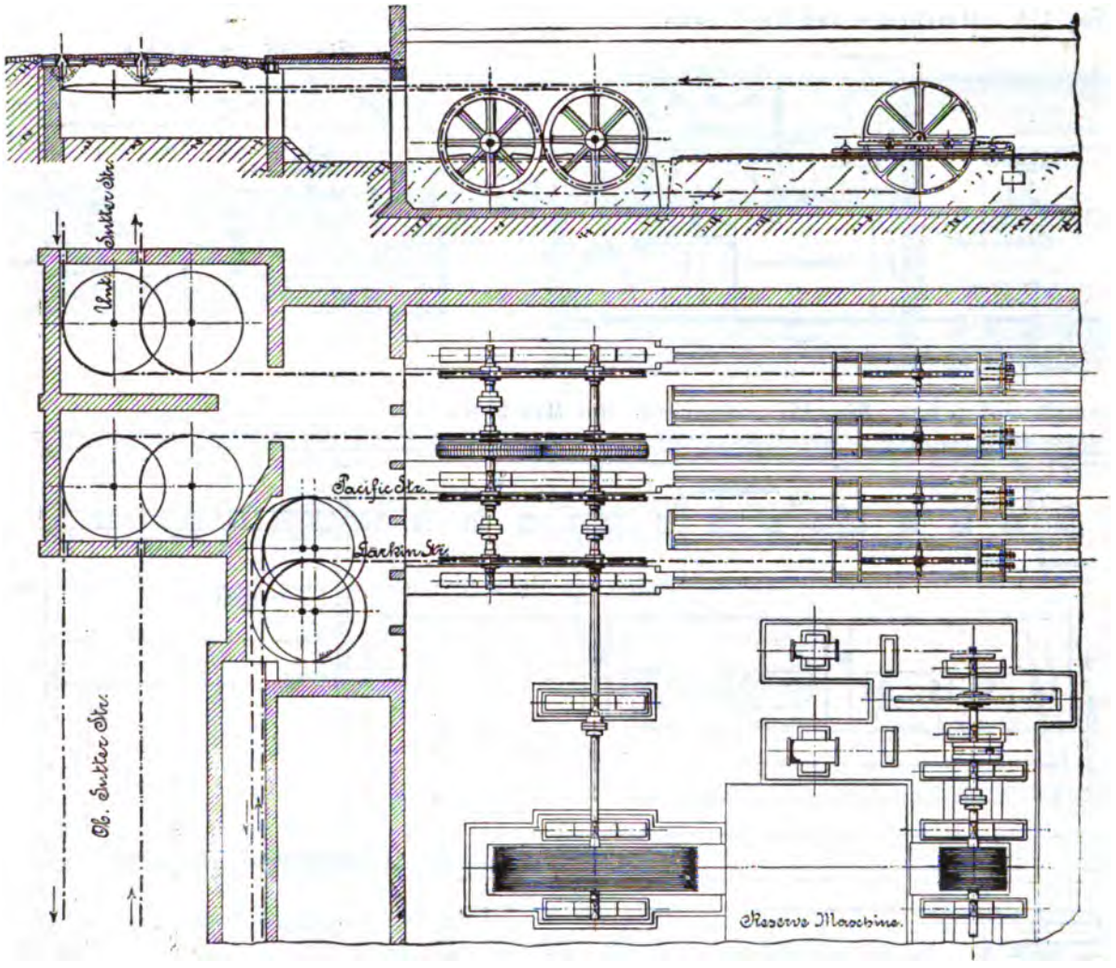
Die Schwierigkeiten wurden überwunden, und am 1. August 1873 konnte ein Versuchsfahren stattfinden. Diese Strecke sollte nur die Möglichkeit solches Betriebes beweisen.

Der ursprüngliche Oberbau, Fig. 146, dieser ältesten Seilstrafsenbahn unterschied sich sehr bedeutend von dem jetzt üblichen. Holz wurde in der ausgiebigsten Weise verwendet. Die Schienen gewöhnlichen Profils ruhten auf hölzernen Längsschwellen, während der Schlitz für den Mitnehmer von 2 ⊏-Eisen gebildet wurde. Der Seilkanal wurde durch Bretterverschlag abgeschlossen.

Eine andere Anordnung der alten Seilbahnen veranschaulicht Fig. 147, wobei der Schlitz durch umgekehrte gewöhnliche Schienen gebildet wurde. Die Holzverschalung für den Seilkanal war jedoch so angebracht, dass sie ohne Schwierigkeit durch Beton ersetzt werden konnte, dessen Anwendung später allgemein wurde.

Es war natürlich, dass bei dieser ersten Anlage sehr viele Schwierigkeiten überwunden werden mussten, bis sie ganz zufriedenstellend arbeitete. Die Anordnung der alten Maschinenstation ist aus Fig. 148 ersichtlich. Die Betriebskraft wurde durch eine Zwillingsmaschine mit Kondensation geliefert, die mit zweifacher Räderübersetzung die Seiltreibscheiben antrieb. Eine selbsteinstellbare Spannrolle mit Gewichtsbelastung war noch nicht vorhanden. Die Rolle ruhte auf einem Schlitten, der je nach den sich ergebenden Seilverlängerungen verschoben wurde.

Fig. 152. Seilantrieb. Station Sutter Str.



Bemerkenswert ist, dass bei dieser Anlage die Seilscheiben, um die nötige Reibung des Seiles zu erhalten, mit hölzernen selbstspannenden Klammern, nach Art der Fowlerschen Seilscheiben, ausgeführt wurden, wie in Fig. 149 dargestellt.

Der scharf ansteigenden Hügel wegen (Steigungen über 1:6 konnte den Wagen nur sehr kleine Längenausdehnung gegeben werden; die Mitnehmerwagen wurden von dem Personenwagen vollständig getrennt, sodass das Seil beim Anfahren auf die Hügel weniger von seiner Richtung abgelenkt wurde. Der Mitnehmer wurde durch Handrad und Schraube angezogen, eine Anordnung, die auch jetzt bei der neuesten Seilbahn (Broadway in New York) wieder angewandt ist, wohl mehr wegen des geringen Raumerfordernisses als wegen der raschen und sicheren Wirkung.

Nachdem die Anlage der Clay Str. die Erwartungen befriedigt hatte, wurden weitere Seilbahnen gebaut, und zwar 1877 in der Sutter Str., 1878 California Str., 1880 Geary Str., 1881 Presidio Str., die gröfste jetzt bestehende Kabelbahn in der Market Str. und die der Omnibusgesellschaft. Diese sämtlichen Seilbahnanlagen sind älter als die im Osten (in Chicago wurde die älteste, die City Railroad, 1882 in Betrieb gesetzt).

Die Seilbahnen in San Francisco zeigen in manchen Punkten wesentliche Verschiedenheiten von denen im Osten. Infolge der langen Abgeschlossenheit San Franciscos vom Osten ging die Entwicklung aller maschinentechnischen Einrichtungen dort ihren eigenen Weg, ohne die Erfahrungen benutzen zu können, die mittlerweile in anderen Städten gemacht worden waren.

Trotzdem gehören die Seilbahnen in San Francisco noch heute zu den leistungs- und ertragsfähigsten, obwohl der Betrieb mit sehr teurem Brennmaterial (8 $ für 1 t Kohle) durchzuführen ist. Es mag dabei die Gleichmäfsigkeit des kalifornischen Klimas mit von Einfluss sein, wodurch sowohl die Seildauer verlängert als auch die Anlage verbilligt wird.

Wie sehr diese Seilbahnen in die Verhältnisse San Franciscos eingegriffen haben, geht daraus hervor, dass die Hügel, die nach dem Meere zu gelegen sind und die schönsten Aussichten bieten, wegen ihrer Steilheit jedoch früher nur ge-

Fig. 153 bis 158. Maschinenanlage der Seilbahn in Los Angeles, Cal. Maßstab 1 : 300.

Fig. 153. Schnitt *G H.*

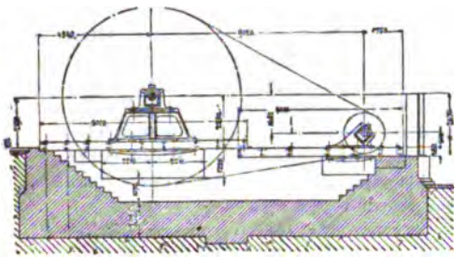


Fig. 154. Seitenansicht des Antriebes.

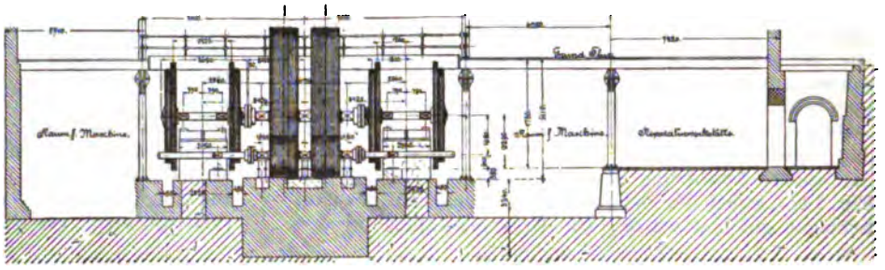


Fig. 155. Maschinen- und Kesselhaus.

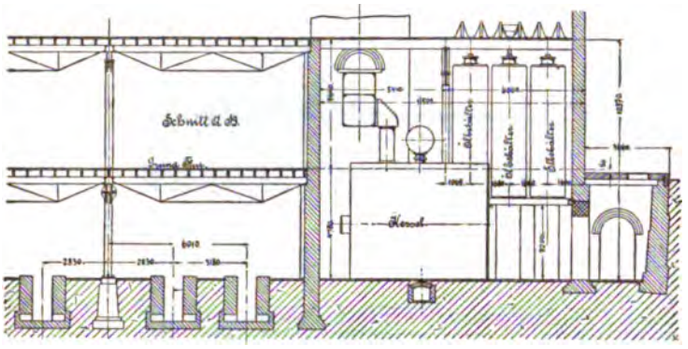


Fig. 156. Schnitt *E F.*

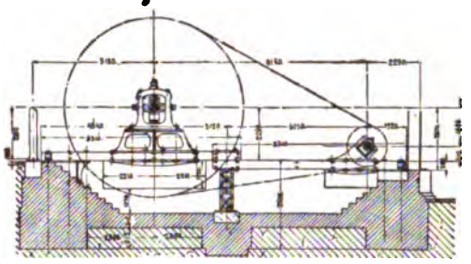


Fig. 157. Grundriss der Maschinenanlage.

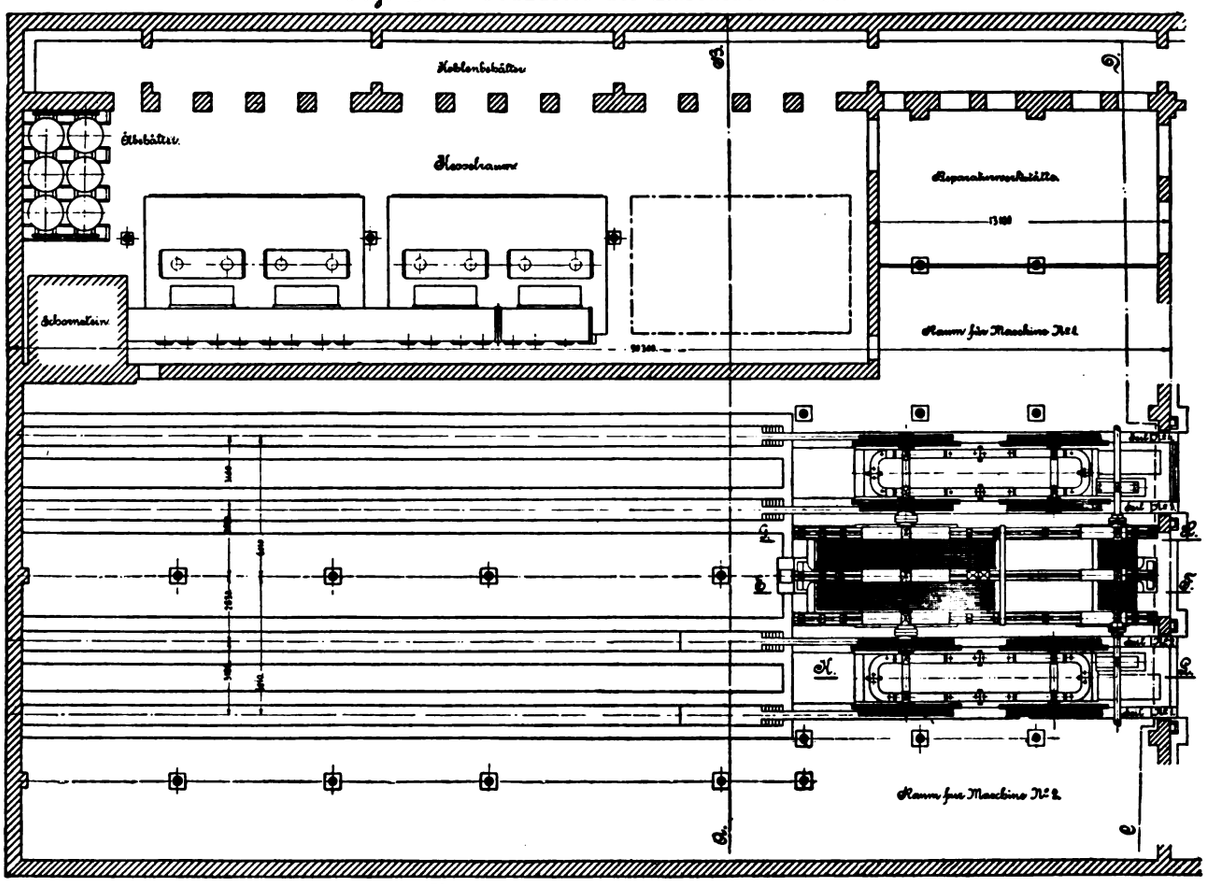
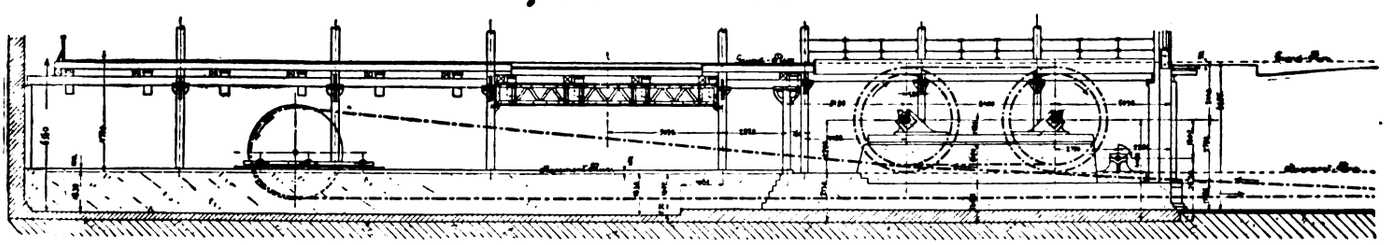


Fig. 158. Seilantrieb. Schnitt *K L.*

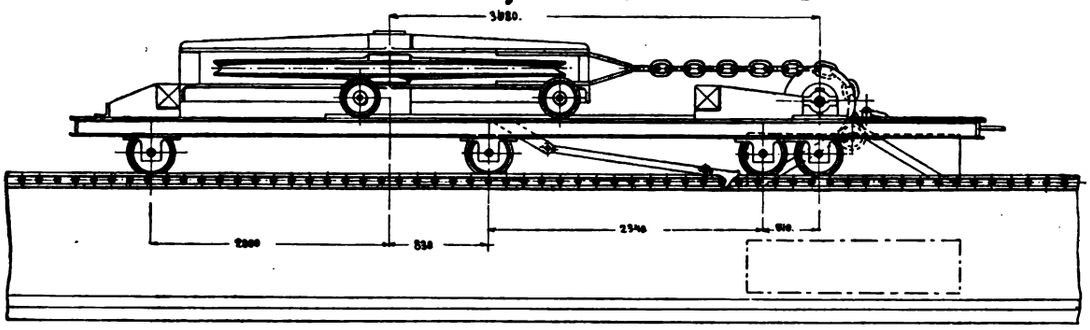


ringen Wert hatten, nach Einführung der Seilbahnen ihren Wert verdrei- bis verfünffachten und jetzt sogar zu den bevorzugtesten Teilen der Stadt gehören.

Während im Osten die Seilbahnen von Unternehmern fabrikmäfsig nach einem Schema hergestellt werden, sind die verschiedenen Gesellschaften in San Francisco selbständig vorgegangen und haben jede nach eigener Erfahrung Verschiedenes geschaffen. Als Beispiel für die Mannigfaltigkeit dürften die in Fig. 150 dargestellten und von den verschiedenen Gesellschaften verwendeten Tragrollen dienen.

Die vorhin erwähnten Seilscheiben mit Holzklammern wurden wegen der häufigen und kostspieligen Auswechselungen bald wieder verlassen. Man bedient sich jetzt einfacher Seilscheiben mit Holzausfütterung, indem man entweder die Seile mehrmals um zwei Scheiben herumwickelt, s. Fig. 151, gewöhnlich 4- bis 5-mal, um die nötige Reibung zu erzielen, oder indem man sie in Form eines S einmal um die Rollen legt, wie in Fig. 152, Anlage der Sutter Str., dargestellt. Die erstere Anordnung ist die fast durchgängig im Osten übliche. Den Nachteil, dass das Seil durch die ungleichen Seilspannungen sich ungleichmäfsig abnutzt und infolge dessen nach Art eines Differentialflaschenzuges wirkt, wodurch die begonnene Abnutzung sich rasch vergröfsert, hat man dadurch zu umgehen gesucht, dass man die einzelnen Rillen beweglich machte, wie bei der im Osten jetzt ausschliefslich angewandten Differentialtrommel von Walker. Letztere Trommel hat in San Francisco noch wenig Eingang gefunden;

Fig. 159. Spannvorrichtung. Mafsstab 1 : 60.



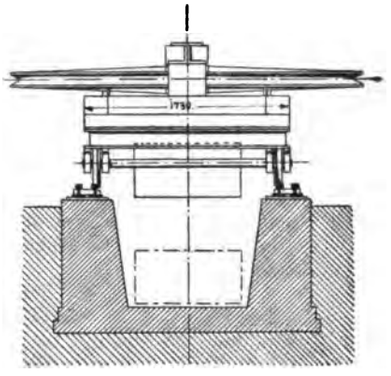
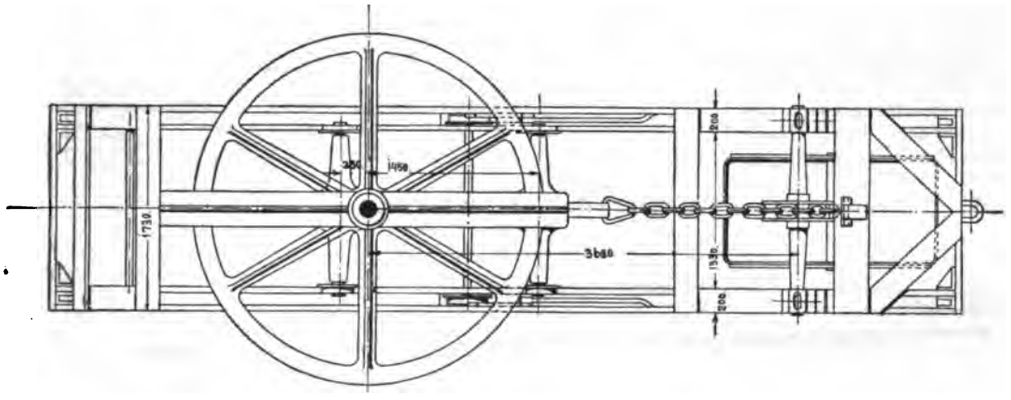


Fig. 160. Mitnehmer. Mafsstab 1 : 25.



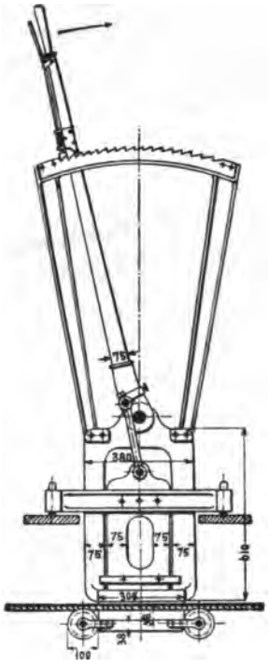
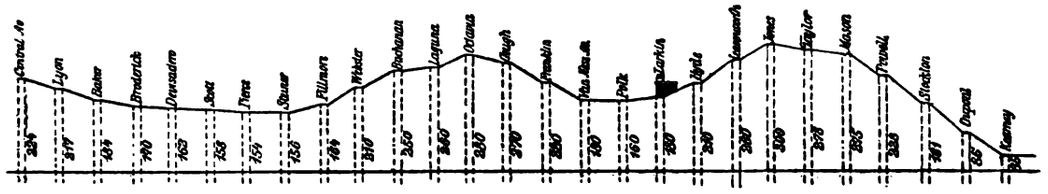


Fig. 161.
Seilbahn California Str.



man begnügt sich damit, die Scheiben mit Holz auszufüttern und dieses nach Abnutzung zu erneuern.

Während im Osten gewöhnlich beide Seiltreibscheiben mittels Räderwerkes von der Maschine angetrieben werden, ist in San Francisco gewöhnlich nur eine Scheibe als Treibscheibe benutzt. Erst eine neuere Anlage, die vom Ingenieur Eckart in Los Angeles (Süd-Californien) ausgeführt wurde, hat zwei besonders starke Seile zum getrennten Antrieb der zweiten Scheibe, sodass diese Scheiben mit treibend auf das Strafsenseil wirken.

Die Anlage in Los Angeles ist in Fig. 153 bis 158 dargestellt. 2 Dampfmaschinen, eine in Reserve, treiben eine gemeinschaftliche Welle an, von der mittels Baumwollseile die Antriebswelle der Seiltreibscheiben in Bewegung gesetzt wird (s. Grundriss und Fig. 153, 154 und 156). Den 4 anzutreibenden Seilen entsprechend, sind 4 solcher Scheiben vorhanden, die je 4 Rillen zur Aufnahme des Strafsenseiles und 2 Rillen für starke Baumwollseile tragen, mit welchen die gegenüberstehenden Seiltrommeln angetrieben werden.

Die Schlitten für die Spannwagen sind in der Achse der Maschinen aufgestellt, wie aus dem Querschnitt Fig. 158 ersichtlich. Der übrige Teil des Gebäudes wird von der Kesselanlage und der Reparaturwerkstätte beansprucht, Fig. 155 und 157.

Für Kesselheizung ist sowohl Kohlen- als auch Oelfeuerung vorgesehen.

Eine andere Eigentümlichkeit der Seilbahnen in San Francisco besteht in der Anordnung der Spannvorrichtungen. Diese sind augenscheinlich ohne weiteres aus der ursprünglichen Anordnung der Clay Str. hervorgegangen. Als die Notwendigkeit erkannt wurde, die Seilspannung auch während des Betriebes zu regeln, setzte man die Seilscheiben beweglich auf den Schlitten und versah auch diesen der leichten Verschiebbarkeit wegen mit Rollen. Eine solche Spannvorrichtung ist in Fig. 159 dargestellt. Der eigentliche Spannwagen mit wagerechter Scheibe ruht auf einem zweiten Wagen, der für die Dehnung des Seiles während des Betriebes lang genug ist. Die konstanten Ausdehnungsschwankungen jedoch, die im Laufe eines längeren Betriebes unvermeidlich eintreten, werden dadurch ausgeglichen, dass dieser zweite Wagen nach Erfordernis auf einem Schlitten verschoben wird. Bei der in Fig. 159 dargestellten (älteren) Anordnung wird der untere Wagen durch einen Haken festgehalten. Bei neueren Aufstellungen mit senkrechten Scheiben, wie sie in der Anlage der Sutter Str., Fig. 152, verwandt sind, wird der Wagen in seiner Lage jedesmal durch Keile, die in Nuten von je 0,3 m Entfernung eingeschoben werden, gesichert. Die Anordnung mit doppeltem Wagen hat den Vorteil, dass die (in Chicago) üblichen Gewichtsschächte, deren Herstellung ziemlich grofse Kosten verursacht, vermieden werden, wenn man nicht, wie es bei der neuen Anlage in New York geschehen ist, das Gewicht in einem schmiedeisernen Turme aufhängen will.

Selbstverständlich herrscht in der Ausführung der Mitnehmer (grips) in San Francisco eben solche Mannigfaltigkeit wie im Osten. Es verwendet nicht nur jede Gesellschaft ihren eigenen »grip«, sondern sogar verschiedene für die einzelnen Strecken. Im wesentlichen werden in San Francisco gussstählerne Schuhe verwandt, die durch Kniehebelwirkung auf einander gepresst werden, wie der in Fig. 160 dargestellte Mitnehmer erkennen lässt. Man hatte, wie schon erwähnt, ursprünglich in Clay Str. das Zusammenpressen der Backen nicht durch Kniehebelwirkung, sondern durch Handrad mit Schraube erzielt, war aber zum Hebel übergegangen,

Fig. 162. Oberbau in San Francisco.

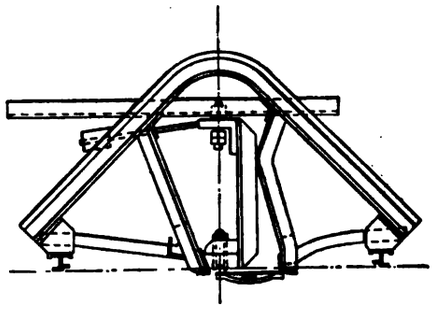


Fig. 163. Oberbau in Los Angeles. Mafsstab 1 : 20.

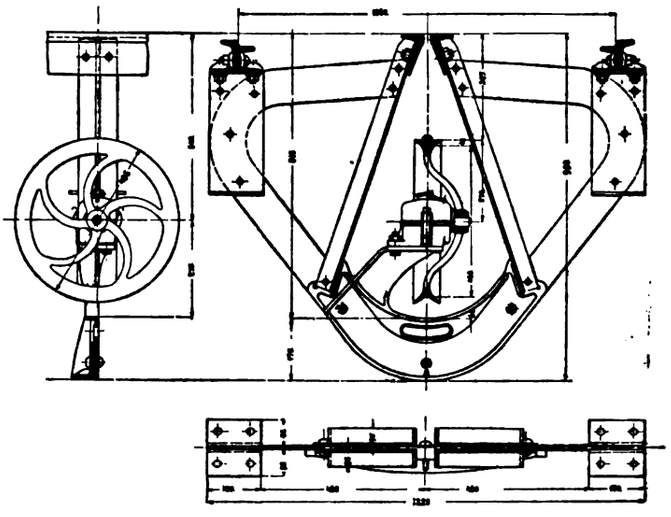


Fig. 164. Führungsrollen in Gefällsbrüchen. Mafsstab 1 : 48.

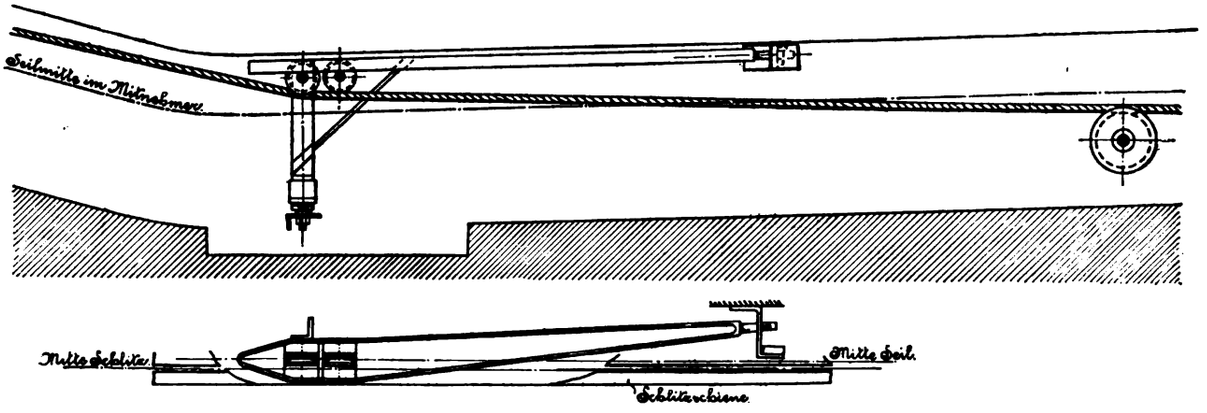
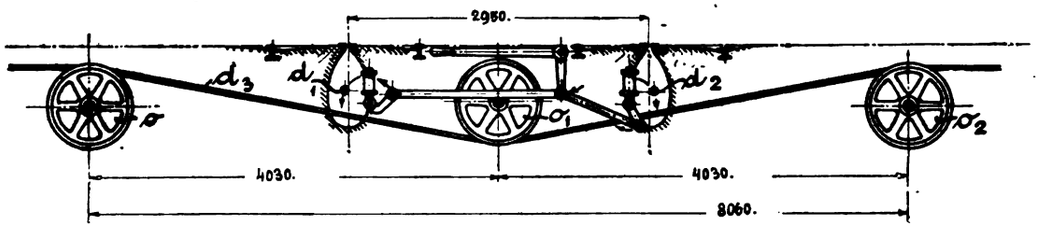


Fig. 166. Abdrückrollen bei Gleiskreuzungen. Mafsstab 1 : 70.

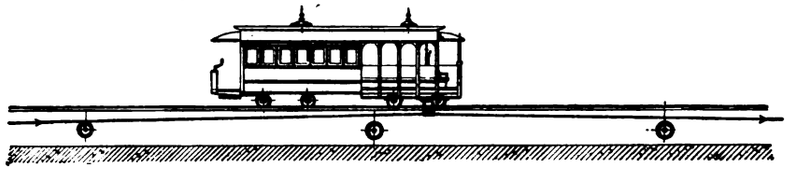


da er rascher zu bedienen ist. Es kann auch die jetzt bei der neuen New Yorker Seilbahn eingeführte Bethätigung der Mitnehmerschuhe mittels Handrades keine Verbesserung genannt werden, denn sie ist sehr zeitraubend und unsicherer als die Hebeleinstellung.

Aufser durch diese mehr oder weniger nebensächlichen Eigentümlichkeiten zeichnen sich die Seilbahnen in San Francisco im Prinzip hauptsächlich dadurch vor denen im Osten aus, dass für den Maschinenbetrieb fast ausschliefslich nicht nur Verbundmaschinen mit Kondensation, sondern sogar Mehrfach-Verbundmaschinen mit Kondensation angewendet werden, während man im Osten Eincylinder-Auspuffmaschinen

des regelmäfsigen Ganges wegen für unumgänglich nötig erachtet. Für die Einführung sparsameren Betriebes sind zunächst die hohen Kohlenpreise in San Francisco mafsgebend. Man hat dort weder Oel noch einheimische Kohlen zur Verfügung; die Kohlen werden aus England eingeführt und kosten 8 $ die Tonne. Dabei sind die Arbeitslöhne sehr hoch. Der Fahrpreis durch ganz San Francisco beträgt wie überall nur 5 Cents = 20 Pfg.; trotzdem stehen die Bahnen

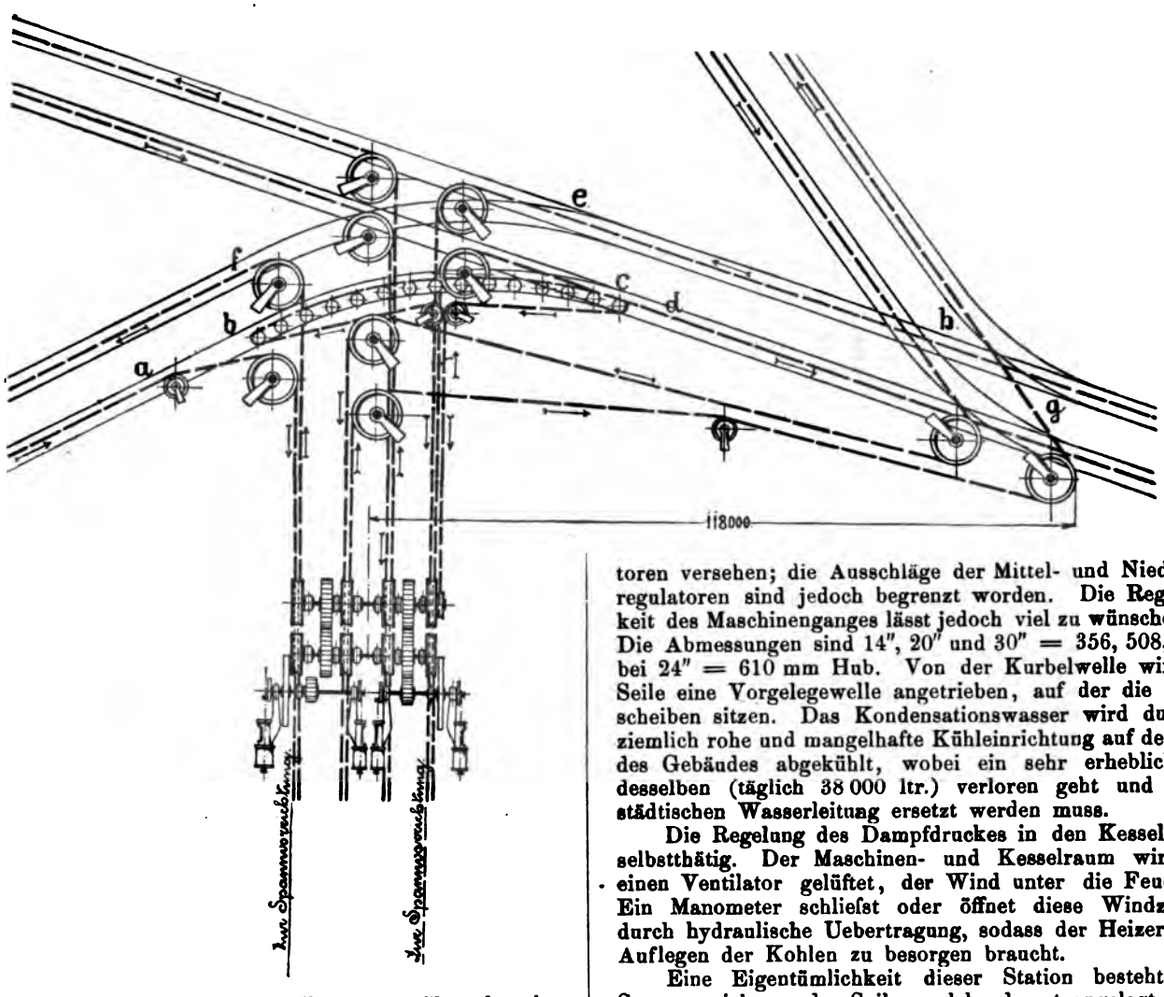
Fig. 165. Seilbahnwagen der Omnibus Co.



finanziell sehr gut, obwohl der Hauptvorteil: dichter Verkehr, nicht ausgenutzt werden kann. Die Anlagen in San Francisco sind sämtlich von einheimischen Werken gebaut, die Maschinen von den Union Iron Works und die Uebersetzungen, Wellen und Räder von den Risdon Iron Works.

Eine neue Station der Omnibus Cable Co. besitzt 2 Verbundmaschinen mit Ventilsteuerung, die so angeordnet sind, dass beide Maschinen eine gemeinschaftliche Kurbelwelle besitzen, beim Betriebe aber immer eine Maschine abgekuppelt ist, da sie nur zur Reserve dient. Das Abkuppeln der Lenkstangen der einen Maschine und das Einkuppeln derjenigen der anderen, im Falle eines Bruches, nimmt $2^1/_2$ Std. in Anspruch. Die Cylinder haben 29" und 44' = 737 und 1118 mm Dmr., bei 5' = 1524 mm Hub, 61 Min.-Umdr. und 65 Pfd. = 4,5 kg/qcm Dampfdruck. Hochdruck- und Niederdruckcylinder haben gemeinsamen Regulator, jedoch ist

Fig. 167. Gleisabzweigungen und Kurventrieb mit Hilfsseil der Market Str.-Anlage. Mafsstab 1 : 120.



der des Niederdruckcylinders aufser Thätigkeit. Trotzdem ist die Regulirung dieser Maschinen vollständig zufriedenstellend. Das Kondensationswasser wird durch einen artesischen Brunnen geliefert.

Die neueste Station in San Francisco ist die Station der California Street Cable R. R. Co., deren Linie im Profil in Fig. 161 dargestellt ist. In der Station ist eine Dreifach-Verbundmaschine mit Kondensation aufgestellt; Hoch-, Mittel- und Niederdruckcylinder arbeiten auf eine gemeinschaftliche Welle, die in der Mitte zur Aufnahme der Lenkstange des Mitteldruckcylinders gekröpft ist. Es ist dabei keine Reservemaschine vorgesehen. Bei Störungen arbeiten entweder Hoch- mit Niederdruck-, oder Hoch- mit Mitteldruck-, oder Mitteldruck- mit Niederdruckcylinder. Alle 3 Cylinder sind mit Regulatoren versehen; die Ausschläge der Mittel- und Niederdruckregulatoren sind jedoch begrenzt worden. Die Regelmäfsigkeit des Maschinenganges lässt jedoch viel zu wünschen übrig. Die Abmessungen sind 14", 20" und 30" = 356, 508, 762 mm bei 24" = 610 mm Hub. Von der Kurbelwelle wird durch Seile eine Vorgelegewelle angetrieben, auf der die Seiltreibscheiben sitzen. Das Kondensationswasser wird durch eine ziemlich rohe und mangelhafte Kühleinrichtung auf dem Dache des Gebäudes abgekühlt, wobei ein sehr erheblicher Teil desselben (täglich 38 000 ltr.) verloren geht und aus der städtischen Wasserleitung ersetzt werden muss.

Die Regelung des Dampfdruckes in den Kesseln erfolgt selbstthätig. Der Maschinen- und Kesselraum wird durch einen Ventilator gelüftet, der Wind unter die Feuer bläst. Ein Manometer schliefst oder öffnet diese Windzuführung durch hydraulische Uebertragung, sodass der Heizer nur das Auflegen der Kohlen zu besorgen braucht.

Eine Eigentümlichkeit dieser Station besteht in der Spannvorrichtung der Seile, welche derart angelegt ist, dass auf dem wagerecht gespannten Seile eine Rolle mit Gewicht aufgehängt ist, die sich an senkrechten Säulen auf- und abschieben kann und dem Seile die nötige Beweglichkeit sichert. Der Spannwagen mit dem langen Schlitten ist dadurch entbehrlich gemacht.

Die anderen Stationen bieten wenig Beachtenswertes. Sie sind mit Ausnahme der Station in der Clay Str. mit Verbundmaschinen und Kondensation ausgerüstet. Die Regelmäfsigkeit des Betriebes dieser Maschinen ist vollständig genügend.

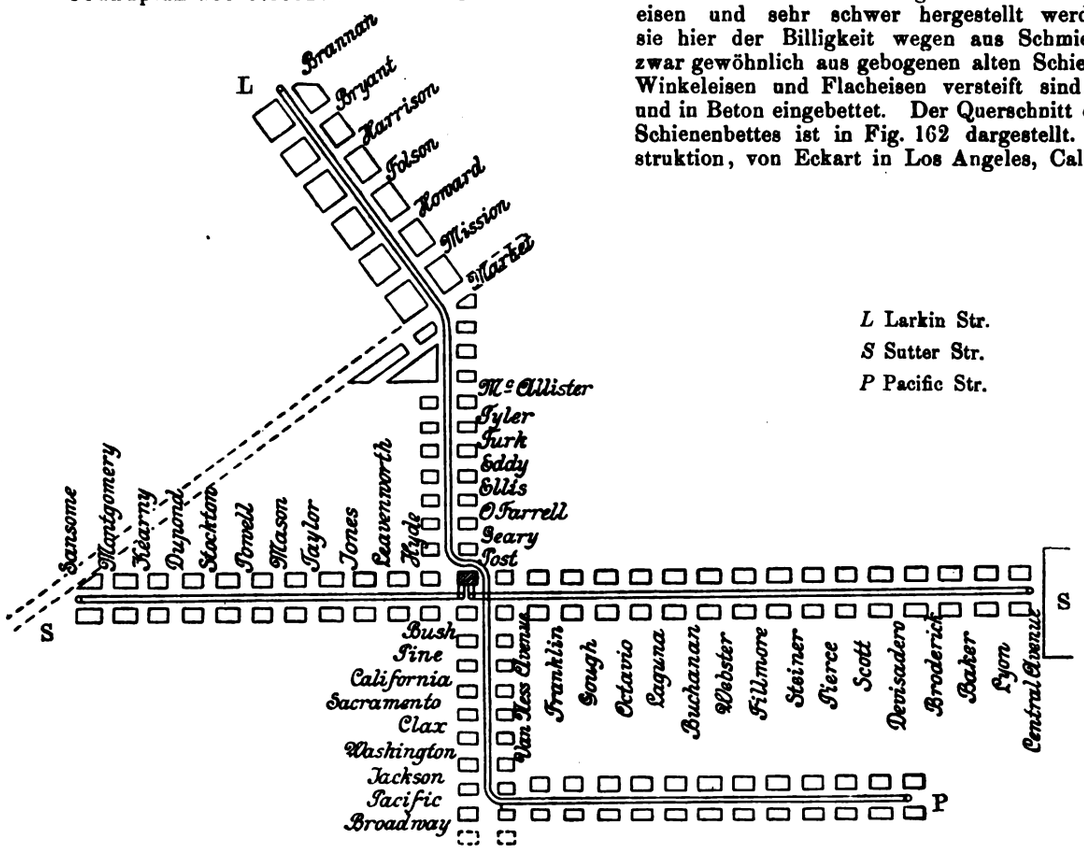
Charakteristisch für die Seilbahnen in San Francisco ist der Umstand, dass man Zahnräder so viel als möglich vermeidet; solche sind eigentlich nur in Anwendung in der Clay

Str.- und in der alten Market Str.-Station, wo der Platz sehr beschränkt ist. Die Anordnung geht aus Fig. 167 hervor. Es mag die Seilübertragung mit eine Ursache für den ruhigen Gang der Maschinen sein, da durch die Nachgiebigkeit der Seile die plötzlichen Aenderungen in der Seilspannung zum teil ausgeglichen werden. Die Zahnübertragung in Clay Str. ist sehr originell. Um Platz zu gewinnen, hat man die Achsen der Maschinen und Spannwagen in die Diagonale des Gebäudes gelegt und in den freibleibenden Ecken das Kesselhaus und die Reparaturwerkstätte untergebracht.

Die Betriebsmaschine in der Clay Str. ist eine liegende Verbundmaschine der Golden Gate & Miners Iron Works in San Francisco, von deren Kurbelwelle aus das Zahnrad der eigentlichen Seilscheiben angetrieben wird. Auf der exzentrisch ausgeführten Kurbelwelle ist das Zahnrad mit exzentrischem Mittel aufgekeilt, aber so, dass der Zahnkranz konzentrisch zu den Zapfen der Kurbelwelle ist. Um nun das Zahnrad von dem gröfseren auszukuppeln, ist die Verkeilung des Zahnrades zu lösen und dieses auf der Kurbelwelle zu verdrehen. Auf gleiche Weise kann mit dem grofsen Zahnrade eine stehende Reservemaschine gekuppelt werden, deren Kurbelwelle zum Rade ebenso liegt wie die der Verbundmaschine.

Fig. 168.

Grundplan der Strecken der Sutter Str.



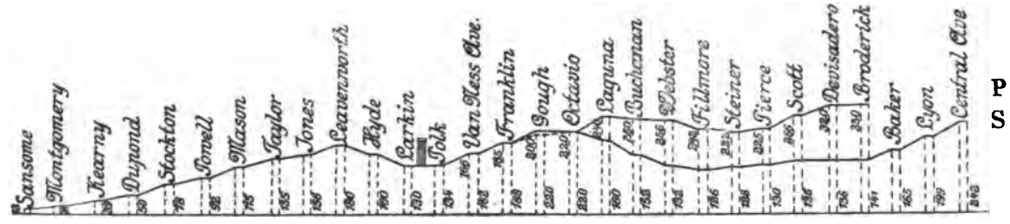


Fig. 169. Profil der Strecken der Sutter Str.

ist in Fig. 163 dargestellt. Dort ist ein gusseiserner Fuss, der zur Aufnahme des einzigen Lagers der Tragrolle bestimmt ist, durch Flacheisen mit den Laufschienen und den Schlitzschienen verbunden und durch Winkeleisen versteift; der Seilkanal ist aus Beton hergestellt.

Für die Tragrolle ist nur ein Lager deshalb gewählt, um die Schmierung, Unterhaltung und Auswechselung möglichst zu vereinfachen.

Die im Osten nötigen besonderen Entwässerungskanäle sind in San Francisco nicht ausgeführt; da das Klima sehr gleichmäfsig und nicht so feucht ist, genügt es, den unteren Teil des Seilkanals zur Entwässerung zu benutzen.

Die zahlreichen Hügel machten in San Francisco besondere Bauart nötig, um das Seil bei Gefällsänderungen niederzuhalten. Solche Vorrichtung ist in Fig. 164 dargestellt; sie besteht aus einem langen, um eine senkrechte Achse schwingenden Hebel, der zwei Leitrollen trägt und durch den vorbeilaufenden Mitnehmer auf die Seite geschoben wird. Sobald der Mitnehmer vorbei ist, bringt ein Gewicht die Rollen wieder in ihre Lage über dem Seil. Diese Einrichtung ist ganz ähnlich der in den Tunneln in Chicago vorgesehenen.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Anlagen in San Francisco besteht darin, dass die Wagen keine geschlossene Bahn durchlaufen. Der Gleiswechsel an der Endstation wird dadurch bewirkt, dass der Wagen kurz vor der Ankunft das Seil loslässt, durch sein Beharrungsvermögen auf das zweite Gleis hinüberläuft und sich so stellt, dass der Mitnehmer das umkehrende Seil wieder aufnehmen kann. Bei dieser Anordnung sind die Wagen am vorderen und hinteren Ende mit Hebelwerk und Mitnehmer versehen.

Die abweichend hiervon ausgeführten Wagen der Omnibuslinie, die ähnlich wie beiden Chicagoer Bahnen nach Fig. 165 gebaut sind, haben nur vorn einen Mitnehmer und keinen besonderen kleinen Mitnehmerwagen. Diese Wagen müssen an den Endstationen auf Drehscheiben gedreht werden. Letztere werden durch das Strafsenseil derart in Umdrehung versetzt, dass mittels eines von oben gehandhabten Hebels das Seil gegen eine Rolle gepresst wird und die Drehscheibe durch Reibung herumdreht.

Um Kreuzungen von Linien zu ermöglichen, sind verschiedene Anordnungen in Gebrauch, im Prinzip ähnlich der in Fig. 166 dargestellten. Dort wird das Seil d_3 der einen Linie durch die Rollen o, o_1 und o_2 aus seiner Höhenlage soweit abgelenkt, dass die Seile d_1 und d_2 der kreuzenden Linie und die Mitnehmer dieser Linie über d_3 hinweggehen, ohne es zu berühren. Da aber diese Seile d_1 und d_2 durch die Schwankungen, denen sie im Betriebe unterworfen sind, von dem Mitnehmer des Seiles d_3 beschädigt werden könnten, so ist eine Hebelvorrichtung angebracht, um die Seile d_1 und d_2 beim Passiren der kreuzenden Linie durch Rollen fest niederzudrücken. Die Hebel sind in die Strafse eingebettet und werden nur beim Passiren der einen Linie emporgehoben. Es ist dabei selbstverständlich, dass die Linie, deren Seil nach unten abgelenkt wird, das Seil vor der Führungsrolle o fahren lassen muss und es erst nach der Führungsrolle o_2 wieder aufnehmen kann.

Zahl der Umdr.	Widerstand in PS_i				
	der Maschine allein	d. Maschine und der Vorgelege	des unteren Sutter Str.-Kabels allein	des oberen Sutter Str.-Kabels allein	d. Larkin Street-Kabels
10	2,0	3,6	3,2	10,2	18,8
20	5,2	10,8	7,4	16,3	34,5
30	9,7	18,2	10,5	22,7	50,0
40	14,0	27,1	13,6	30,0	65,0
50	19,5	37,5	16,7	38,0	79,6
60	25,8	49,2	19,5	46,8	94,6
70	32,3	52,0	22,3	56,0	107,0

Abzweigungen von Linien sind ebenfalls in Anwendung, z. B. bei der in Fig. 167 dargestellten Station der Market Str. Die Station besitzt 2 Verbundmaschinen, von denen eine im Betrieb und eine in Reserve ist. Von der Kurbelwelle werden mittels Räderübersetzung die gemeinsamen Seilscheiben angetrieben. Von der Station werden 4 Hauptseile und 1 Hilfsseil betrieben, 2 Seile für den unteren und oberen Teil der Market Str., 1 Seil für die Valencia Str. und 1 Seil für die 118 m entfernte Haight Str. Die Kurve der Valencia Str. liegt in ziemlich starkem Gefälle, sodass die von der Market Str. kommenden Wagen das Seil bei e loslassen und durch die eigene Kraft die Kurve passiren können, um das Seil in der Valencia Str. bei f wieder aufzunehmen. Auf dem Rückwege dagegen müssen die Wagen durch ein Hilfskurvenseil hinaufgezogen werden. Bei a wird das Valencia-Strafsenseil losgelassen, bei b das langsam laufende Hilfsseil erfasst, um bei c wieder freigelassen zu werden. Bei d wird wieder das Hauptseil eingeklemmt. Die sehr kleinen Entfernungen zwischen a und b und c und d legt der Wagen allein zurück. Das Seil der Haight Str. wird in einem Kanal in die Richtung der Strafse geführt. Der Wagen durchläuft die eben gelegene Kurve in beiden Richtungen vermöge seiner lebendigen Kraft.

Um bei Seilbrüchen den Wagen auf jedem Gefälle zum Stehen bringen zu können, sind den gewöhnlichen Radbremsen, die durch den Fufs angezogen werden, noch zwei kräftige Schienenbremsen mit Holzklötzen hinzugefügt worden, die von einem Hebel aus bethätigt werden. Diese Bremsklötze werden auch während der Thalfahrt benutzt, nutzen sich rasch ab und müssen alle 10 bis 14 Tage erneuert werden.

In San Francisco sind zum erstenmale in den Jahren 1885, 1888 und 1891 von Eckart ausgedehntere Versuche über die Reibungswiderstände von Seilbahnanlagen gemacht worden. Diese Versuche wurden in der Sutter Str.-Station ausgeführt, deren Maschinenanlage aus Fig. 152 ersichtlich ist. Die Antriebsmaschine ist eine Verbundmaschine, von deren Kurbelwelle aus mittels Seile die Hauptvorgelegewelle betrieben wird. Beide Seiltriebscheibensätze werden von der Maschine durch Zahnräder angetrieben. Ursprünglich liefen von der Station 3 Kabel aus, und zwar 2 für die Sutter Str. und 1 für die Larkin Str. Später kam noch ein viertes Kabel für die Pacific Str. hinzu.

Die Strecke der Sutter Str. Co. ist in Fig. 168 und 169 im Grundplan und Profil dargestellt; sie verläuft ganz gerade, während die Linie der Larkin und Pacific Str. 4 Kurven beschreibt. Die Versuche ergaben denn auch eine grofse Verschiedenheit im Widerstand beider Linien. Eckart stellte die Reibungswiderstände jedes einzelnen Kabels sowie die Widerstände der Uebersetzung in der Maschine für verschiedene Umdrehungszahlen der Antriebsmaschinen von 10 bis 70 i. d. Min. fest. Ein Ergebnis der Versuche ist in nebenstehender Tabelle enthalten; über die weiteren Erhebungen ist mir vorläufig Mitteilung noch nicht gestattet.

Die Widerstände der Maschine wie der Vorgelege nehmen etwas rascher zu als die Umdrehungszahlen. Die Reibungsarbeit des unteren und oberen Sutter Str.-Kabels, die auf gerader Strecke laufen, ist ungefähr der Umdrehungszahl proportional, während der Widerstand des Larkin Str.-Kabels, das einige Kurven beschreibt, viel rascher zunimmt.

Zur Erläuterung der Versuche zur Ermittlung der Belastung der Kabel im Betrieb sei bemerkt, dass der Wagenbetrieb um 5 Uhr morgens aufgenommen wird und bis 2 Uhr nachts dauert.

1885 waren von der Sutter Str.-Station 3 Kabel im Betrieb von 11630 m Länge bei einem Gewicht von 34615 kg. Der Leergangswiderstand von Maschine, Vorgelege und Seil (ohne Wagen) betrug 118 PS_i. Es mag hierbei die Thatsache erwähnt sein, dass morgens bei Inbetriebsetzung des Kabels der Leerlaufwiderstand um 15 bis 18 PS_i gröfser war, da das mit Teer getränkte Seil, sowie das Fett der Tragrollen durch die Abkühlung in der Nacht dem Biegen gröfseren Widerstand entgegensetzten, der erst gegen 2 Uhr mittags auf den konstanten Wert zurückging.

Mit Einschluss der beladenen Wagen erreichte die gröfste indizirte Leistung etwa 160 PS_i. Im Jahre 1888 wuchs die Länge der Kabel auf 13620 m und ihr Gewicht auf 40600 kg und damit auch der Leerlaufwiderstand auf 142 PS_i. Die gröfste Arbeit, in den Abendstunden zwischen 4 und 5 Uhr, mit Einschluss der Wagen, überstieg dagegen 350 PS_i. Im Jahre 1891, nachdem das 4. Kabel der Pacific Str. hinzugekommen war, betrug die Gesamtlänge der Seile 19120 m bei einem Gewicht von 57300 kg. Der Leerlaufwiderstand ergab sich zu 22 PS_i für die Maschine allein, zu 43 PS_i für Maschine und Vorgelege und stieg bei Hinzunahme des Kabels auf 175 PS_i, wobei die in San Francisco übliche Seilgeschwindigkeit von 8 Meilen i. d. Std. = 3,6 m/sek., entsprechend 55 Umdr. der Maschine, vorausgesetzt ist.

Mit Einschluss der belasteten Wagen erreichte die gröfste indizirte Leistung 425 PS_i. Dieser Leistung entspricht ein Gesamtwirkungsgrad von 60 pCt. Während der Leerlaufwiderstand konstant ist, schwankt die Maschinenleistung sehr bedeutend; sie steigt von morgens 5 bis $8^1/_2$ Uhr auf 315 PS_i, sinkt dann auf 270, um zur Mittagszeit wieder auf 351 zu steigen; das Maximum wird in der Regel um 5 Uhr mit 425 und das Minimum um 8 Uhr mit 220 PS_i erreicht.

Aus den Versuchen Eckart's ergab sich, dass die toten Widerstände konstant sind und sich nicht mit zunehmender Zahl der Wagen ändern. Die Anzahl der Wagen spielt nur insofern eine Rolle, als sie das Verhältnis der Gesamtarbeit zur Leerarbeit beeinflusst.

A. Riedler.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

Berichte an die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure
gelegentlich der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte

in

Amerika.

Von

M. F. Gutermuth E. Reichel A. Riedler.

II.

Dampfmaschinen, Riementriebe, Pumpwerke, Luftkompressoren, Bergbaumaschinen und -anlagen.

Mit 352 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Textblatt.

BERLIN.
Verlag von Julius Springer.
1893.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Inhalt.

	Seite
Dampfmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago	1
Raschlaufende Dampfmaschinen	26
Riementriebe in Amerika	62
Amerikanische Pumpwerke	73
Das Wasserwerk in Boston	86
Die Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube	95
Luftkompressionsmaschinen	121
Bergbau-Anlagen im Westen	134

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Inhalt.

	Seite
Dampfmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago	1
Raschlaufende Dampfmaschinen	26
Riementriebe in Amerika	62
Amerikanische Pumpwerke	73
Das Wasserwerk in Boston	86
Die Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube	95
Luftkompressionsmaschinen	121
Bergbau-Anlagen im Westen	134

Dampfmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago.

Die Ausstellung ist eröffnet, das grofse Werk vollendet — vielleicht im Juli! Denn gleich unfertig wurde wohl bisher noch keine Ausstellung den Blicken der Schaulustigen freigegeben. Trotzdem macht jetzt schon, anfangs Mai, die Ausstellung, wenigstens in ihrem äufseren Gewande, einen grofsartigen Eindruck, gegen den alle bisherigen Ausstellungen zurückstehen, vielleicht mit Ausnahme der äufserlich prächtig

Fig. 1.

Wien 1873. Mafsstab 1 : 15000.

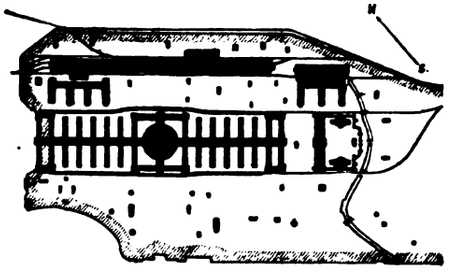


Fig. 4.

Paris 1889. Mafsstab 1 : 15000.

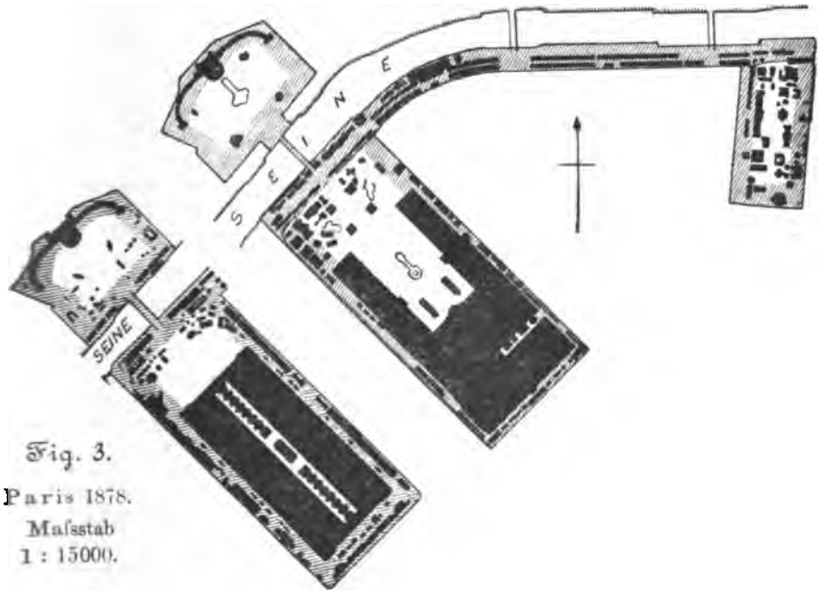


Fig. 3.

Paris 1878.
Mafsstab
1 : 15000.

zu »weifsen Ausstellungsstadt« lässt den Beschauer die Nähe des rauchigen und hässlichen Geschäftsteiles von Chicago vergessen, in dem er gar mächtig die Sehnsucht nach Ruhe, Sauberkeit und Schönheit empfunden hat.

Chicago hat gehalten, was es versprochen, es hat der angelegten Pariser. Die Architekturwirkung, die wundervollen Perspektiven, See und Lagunen geben ein Gesamtbild von herrlicher Pracht, und der Aufenthalt in der leider nur

Fig. 2.

Philadelphia 1876. Mafsstab 1 : 15000.

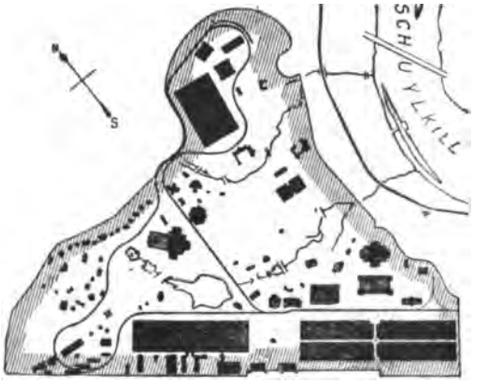
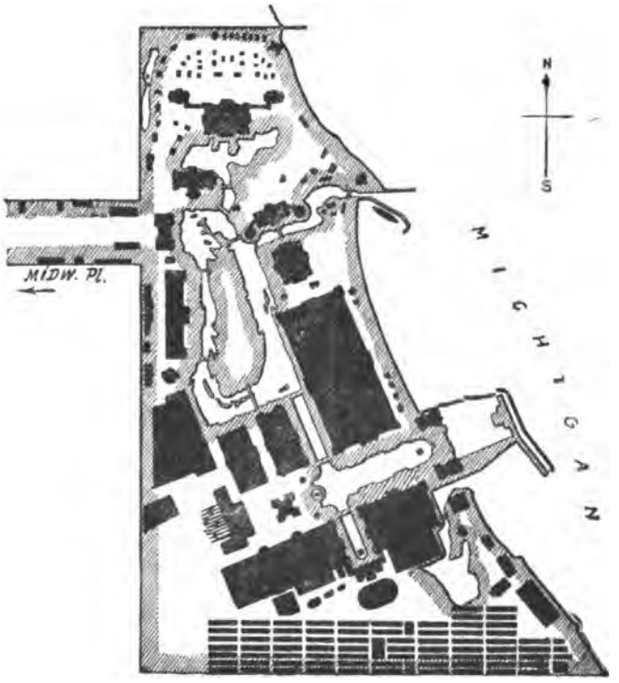


Fig. 5.

Chicago 1893. Mafsstab 1 : 15000.

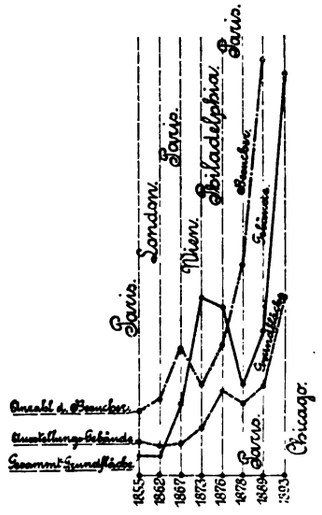


Ausstellung eine Ausstattung gegeben, die gegen die bisherigen prächstigsten nicht zurücksteht.

Zunächst, im allgemeinen, einige Worte über den Umfang der Chicagoer Weltausstellung. Es ist üblich,

Ausstellungsberichte durch zahlenmäfsige Vergleiche mit vorangegangenen Ausstellungen einzuleiten, die sich über alle Einzelheiten: Grundfläche, Gröfse und Bauart der Gebäude, Zahl der Besucher, Kosten und Fehlbetrag verbreiten, in der Regel aber nur wenig Uebersicht bieten. Für Ingenieure lässt sich ein Ueberblick besser und einfacher auf graphischem Wege geben, und ich versuche dies durch die Fig. 1 bis 5, die einen Vergleich der grofsen Weltausstellungen von Wien 1873, Philadelphia 1876, Paris 1878 und 1889 und Chicago 1894 enthalten, und Fig. 6, in welcher die Gröfse der Aus-

Fig. 6.



stellungsgebäude und der gesamten Ausstellungsgebiete, sowie die Zahl der Ausstellungsbesucher verglichen werden.

Amerikanische Zeitungen lieben es, die Kurve der zahlenden Besucher für Chicago progessiv fortzusetzen und der gegenwärtigen Ausstellung einen noch nie dagewesenen Zulauf und grofsen finanziellen Erfolg vorauszusagen, von dem zwar bisher nicht das geringste zu sehen war, der aber der grofs angelegten Ausstellung nur zu wünschen wäre.

Wenn ich es wage, jetzt schon eine Uebersicht über die ausgestellten Dampfmaschinen zu geben und damit einige allgemeine Bemerkungen zu verknüpfen, so kann ich selbstverständlich nur meine eigene Meinung zum Ausdruck bringen und meine persönlichen Eindrücke wiedergeben; ich glaube aber meine Meinung jetzt schon aussprechen zu dürfen, da ich durch meine früheren amerikanischen Reisen über den maschinentechnischen Inhalt der Ausstellung schon vorher im wesentlichen unterrichtet war.

Die Weltausstellungen sind längst nicht mehr die Stätten, auf denen sich der allgemeine friedliche Wettkampf der Nationen abspielt. Die Pariser Ausstellung von 1867 war vielleicht die einzige grofse Ausstellung, die wirklich eine internationale genannt werden durfte; auch in Wien hat, auf einzelnen Gebieten wenigstens, noch eine wirklich internationale Beteiligung stattgefunden. Alle späteren »internationalen« Ausstellungen waren wesentlich nur Ausstellungen des betreffenden Landes, und das Internationale beschränkte sich im günstigsten Falle auf einige Schaustellungen und auf die Besucher. Das Ausland ist in der Regel mit allem, was es im grofsen charakterisirt, ferngeblieben, und nirgend boten die von ihm ausgestellten Gegenstände ein Bild der wirklichen Industrie des Landes. Die Kosten guter Ausstellungen sind eben im Vergleich zu ihrem Nutzen und den wirtschaftlichen Aussichten, welche internationale Schaustellungen bieten oder eröffnen können, zu hoch. Nur auf wenigen Gebieten sind die Bedingungen gegeben, welche eine hervorragende Beteiligung an Ausstellungen sichern; diese ist immer nur bei entsprechendem wirtschaftlichem Hintergrunde zu erwarten; sonst dienen die Ausstellungen im wesentlichen nur als Ankündigungsmittel im grofsen Mafsstabe. Der blofsen Ehre wegen, die wesentlich auch nur im eigenen Lande zu holen ist, kann die Beteiligung, gegenüber den geänderten Verhältnissen, keine allgemeine sein, sondern wird sich auf die wenigen beschränken, die sich solches eben auch ohne den erwähnten Hintergrund leisten können. Die Auszeichnungen, welche Ausstellungen vergeben, haben durch ihre übermäfsige Zahl ihren Wert längst und vollständig eingebüfst. Die Briefköpfe erster Firmen sind nicht mehr mit den Abbildungen von Medaillen geziert, welche auch minderwertige in reicher Anzahl erhalten.

Immerhin ist auf solchen Gebieten, wo grofse Handelsinteressen den Hintergrund bilden, auch heute noch ein ernster Wettbewerb der Nationen auf dem Felde der Ausstellungen vorhanden. In diesem Sinne hatte die Weltausstellung von Philadelphia, als erste amerikanische Ausstellung, ihre Bedeutung, und ist auch die Beteiligung an der Chicagoer Ausstellung wirtschaftlich begründet, denn ihre Bedeutung liegt nicht in den Vereinigten Staaten allein, sondern, besonders für das Ausland, in viel höherem Mafse in den amerikanischen Nachbarlandern, in Südamerika und in Ostasien, welches ja ein Hinterland Amerikas zu werden beginnt. Wer im überseeischen Auslande ein Absatzgebiet für seine Fabrikation zu suchen hat, durfte von der Chicagoer Ausstellung nicht fernbleiben, wie er auch von der letzten Pariser Ausstellung nicht hätte fernbleiben sollen, nicht der Franzosen, sondern des Auslandes wegen, welches nach Paris kommt und dort kauft.

Die Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Verhältnisse scheint gegenüber der Chicagoer Ausstellung diesmal in Europa vorgeherrscht zu haben. Alle Staaten wetteifern mehr, als insbesondere die Amerikaner erwarteten, und bestreben sich mehr als bei vorangegangenen Ausstellungen, ein möglichst günstiges Bild ihrer Industrie zu bieten. Leider scheint die Erkenntnis spät gekommen zu sein, denn die Lücken in der Vertretung sind grofs und betreffen viele Gebiete, welche nicht fehlen sollten.

Mit grofser Befriedigung muss hier hervorgehoben werden, dass trotz der späten Vorbereitungen die deutsche Ausstellung hier nicht nur die erste am Platze war und in der Maschinen- und Industriehalle schon bei der Eröffnung ein leidliches Bild bot, während andere Auslandstaaten sich noch im Chaos oder Vakuum befanden oder, wie Frankreich, Spanien und Russland, noch befinden, sondern dass auch die deutsche Ausstellung zu den Hauptanziehungspunkten der Ausstellung gehört und alle Erwartungen übertroffen hat. Der äufsere Erfolg ist jetzt schon ein unbestrittener, und die Ueberraschung über die nicht erwarteten Leistungen in der Abteilung für Hüttenwesen und Bergbau, in der Maschinen- und Industriehalle ist bedeutend. Jeder Deutsche kann auf die thatsächliche Bedeutung dieser Ausstellung stolz sein, der der erwartete praktische Erfolg nur zu wünschen ist. Wer aber von dieser glänzenden Vertretung und selbst der Anerkennung der Amerikaner hier im Lande selbst Früchte erhofft, dürfte sich meiner unmafsgeblichen Meinung nach irren. Ich glaube vielmehr: Die Ausstellung der deutschen Industrie hat auch in ganz anderer praktischer Richtung überrascht und wird wahrscheinlich dazu beitragen, hier im Lande selbst die Bahn der Prohibitivzölle eher zu verbreitern als ihre Aufhebung herbeizuführen. Die Früchte der Ausstellung können nur in den Nachbarstaaten gesucht werden, und bei der Wichtigkeit dieser Länder ist es bedauerlich, dass der Ausstellung nicht viel gründlichere Vorbereitungen vorausgehen konnten, dass die Beteiligung nicht eine allgemeinere ist.

Im besonderen habe ich in bezug auf die Dampfmaschinenausstellung in Chicago noch hinzuzufügen, dass die ausgestellten deutschen Dampfmaschinen von F. Schichau in Elbing — eine 1000 pferd. stehende Dreifach-Verbundmaschine für den Antrieb einer Siemens-Dynamomaschine und eine kleinere Dreicylindermaschine — und die Lokomobilen von R. Wolf in Buckau zwar nur einen kleinen Theil der deutschen Industrie repräsentiren, aber allen gleichartigen Maschinen der Ausstellung sowohl in Bauart als Ausführung überlegen sind.

Ebenso überragt die Ausstellung von Werken deutscher Ingenieurkunst in Zeichnungen und Modellen einschliesslich der Ausstellung des preufsischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten nicht nur alles auf der Ausstellung in Chicago in dieser Richtung Gebotene, sondern ist auch

gegenüber allen ähnlichen Gesamtausstellungen auf anderen Ausstellungen sehr bedeutend, und gerade dieser Ausstellung wäre viel gröfsere Wertschätzung und Anziehungskraft auf weitere Kreise zu wünschen. Sie wird aber leider bei der Mehrzahl der Ausstellungsbesucher unbeachtet bleiben und nur von wenigen Fachleuten geschätzt werden.

Diese hervorragende Ausstellung von Ingenieurarbeiten ist gerade in amerikanischer Umgebung geeignet, zu Betrachtungen über deutsche Ingenieure anzuregen, über ihr Können und ihren durchschnittlichen Wirkungskreis, der sich nur ausnahmsweise über die eigene Heimat hinaus erstreckt, und damit die Tausende von Amerikanern und Engländern zu vergleichen, welche ohne hervorragende Kenntnisse, nur begabt mit frischem Mut und freiem Blick, gerade in fernen Ländern Grofses schaffen und ihrer Nation in hohem Mafse nützen; welche selbständiges Schaffen lernen, wo unsere Jugend noch in Wolkenkukuksheim gedrillt wird. Da lässt sich die Betrachtung nicht abwehren, welch grofses geistiges Kapital und wie viele Begabung bei uns, insbesondere im Staatsdienst, wohin alles drängt, vergeudet wird, wieviel Talent aus Mangel an lebendiger Thätigkeit verdorrt, und wie viele wohl auch den Blick für die Wirklichkeit verlieren, während andere wieder in ungezügeltem Freiheits- und Wandertriebe zwar die Welt durchfliegen, aber nicht für ihre Nation, sondern in ungeordneter Stellung meist für Angelsachsen schaffen. Die gewaltigen Unternehmungen, welche gerade jetzt in Südafrika im Zuge und auch auf der Ausstellung angedeutet sind, geben zu solchen Betrachtungen ganz besonders Anlass. Bei uns sind Mängel in der Erziehung zu beheben, und die Ausbildung ist auf den Boden der Wirklichkeit zu stellen.

Durch das eingangs Erwähnte wollte ich begründen, dass die Ausstellung in Chicago so wenig wie irgend eine andere ein abgeschlossenes Bild der Industrien der verschiedenen Länder geben kann. Wenn die Ausstellungen, insbesondere die Pariser, noch immer grofse Anziehungskraft ausgeübt haben, so liegt dies nicht in sachlichen Gründen, sondern in dem Geschick, mit welchem ihre äufsere Ausstattung durchgeführt worden ist. Grofse Weltausstellungen können unter den gegebenen Verhältnissen und gegenüber dem geringen Interesse, welches die grofsen Massen der eigentlichen Industrie und ihren Hilfsmitteln entgegenbringen, ungewöhnlicher Anziehungsmittel, sei es nun ein Eiffelturm oder allerlei Vergnügungen, nicht entbehren. Diese spielen für die grofse Masse leider die Hauptrolle und haben auch die internationalen Ausstellungen seit langem ganz überwuchert. Da in dieser äufseren Ausstattung die Franzosen von jeher Meister waren, so können die Pariser sich und der Welt das Vergnügen einer Weltausstellung so oft verschaffen, als sie Lust haben, und können auch auf Erfolg rechnen, zumal die Stadt selbst so viel Anziehendes für viele besitzt, unter denen mancher auch den Vorwand zu einer Reise nach Paris gern ergreift.

Auch die ernste Chicagoer Ausstellung kann auf solche äufseren Reizmittel nicht verzichten; aufser der gewaltigen Entfaltung von Architektur hat sie sich, nach dem Vorbilde von Paris, eine Kairo-Strasse, orientalische und europäische Dörfer zugelegt, und als Ersatz des Eiffelturmes wird eine riesige russische Schaukel von 250′ Dmr. aufgestellt, die wahrscheinlich das Wahrzeichen der Ausstellung bilden wird. Ist sie auch trotz ihrer Gröfse dem Eiffelturm gegenüber nur ein armseliges Anziehungsmittel, so bietet doch die technische Ausführung des Riesenrades viel Interesse und wird auch von Fachleuten bewundert. Der Gedanke, ein mechanisch bewegtes Objekt als Anziehungsmittel aufzustellen, ist jedenfalls ein richtiger, denn die blofsen ruhenden Bauwerke haben die Grenze der Möglichkeit, soweit sie bezahlt werden können, mit dem Eiffelturm erreicht, und eine Steigerung ist kaum mehr möglich. Die nächste Ausstellung, welche die Welt mit Ungewöhnlichem überraschen will, muss daher zu bewegten Hilfsmitteln greifen, und auf diesem Gebiete kann noch Aufserordentliches für erschwingbare Summen geboten werden.

Wer aber die wirklichen Leistungen der Industrie kennen lernen will, darf umfangreiche Belehrung nicht auf der Ausstellung suchen, sondern muss die Werkstätten und Betriebe studiren; dort wird er für sein Studium ein weites Arbeitsfeld vorfinden und grofsartige Eindrücke empfangen.

Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, um mit einigen Worten die wahrscheinlichen Eindrücke zu kennzeichnen, welche der erste Besuch Amerikas hervorruft.

Wer nach der ersten Fahrt auf einem Schnelldampfer mit den grofsen technischen Einrichtungen die Eindrücke, die sie hinterlassen, beim Betreten der ersten grofsen amerikanischen Stadt mächtig gesteigert sieht, wo zwar in hässlicher und rücksichtsloser, aber gewaltiger Weise die Ingenieurkunst und die Maschinentechnik für die grofsartigen Verkehrsanlagen ausgenutzt werden, der ist erfahrungsgemäfs geneigt, eine beständige Steigerung zu immer Gröfserem und Ungewöhnlicherem zu erwarten und dabei wohl gar vorauszusetzen, dass er eine reiche Ausbeute an unmittelbaren Erfahrungen schwarz auf weifs nach Hause tragen könne. Es giebt sogar manche, welche nach herkömmlicher Legende meinen, hier zu Lande seien die meisten Leute geborene Maschinenbaugenies und es würden hier Dinge geleistet, die weit über unser Können hinausgehen. Auf die Gefahr hin, hiesige Freunde zu verletzen und missverstanden zu werden, muss ich solchen Legenden entgegentreten. Wer nicht zu zart angelegt ist und sich nicht von vornherein durch unbequeme oder hässliche amerikanische Eigentümlichkeiten abschrecken lässt, wer technisches Leben in den Werkstätten und Betrieben, Land und Leute in ihrer Eigenart studirt und ein offenes Auge und richtigen Blick für gegebene Verhältnisse besitzt, wird unzweifelhaft hier im Lande grofse Eindrücke mitnehmen und vielfach in dem, was hier besteht, unsere eigene zukünftige Entwicklung voraussehen und dabei leider auch voraussehen, mit welchen Riesenschritten wir dem Verhältnis wirtschaftlicher Abhängigkeit von Amerika entgegengehen.

Die amerikanischen Städte allein bieten, allerdings nur dem Ingenieur, viel Anregendes; sie sind nicht wie unsere alten Städte durch die Ueberbleibsel des Mittelalters, sondern nur durch die Anforderungen des modernen Verkehrs beeinflusst, vielfach durch den Verkehr allein geschaffen. Die Eisenbahnen waren zuerst da und laufen auch heute noch mitten durch die Stadt. Die hohe Ausbildung der Verkehrsmittel zieht die ungeheuren Entfernungen zusammen. Entfernungen wie von Chicago nach New York, von 1500 km, gewöhnt man sich so zu durchfahren, wie bei uns Strecken von kaum einigen 100 km. Dies konzentrirt die Eindrücke auf ein kleines Feld.

Die grofse Ausdehnung der elektrischen Beleuchtung in den Städten und motorischer Kraft im allgemeinen, die bessere technische Einrichtung der Häuser und dergl. schaffen ein vielleicht grofsartigeres Bild beim ersten Anblick als nachher bei genauerem Studium. Letzteres zeigt fast immer, dass die Einrichtungen auf unsere Verhältnisse gar nicht übertragbar sind, sich auch einförmig gleichmäfsig wiederholen; für hiesige Verhältnisse aber sind sie richtig und auch immer lehrreich. Auf technischen Gebieten kann der Europäer immer nur lernen. Kann er von dem Gelernten auch nur äufserst wenig zu Hause unmittelbar verwerten, so bleiben Eindrücke, Urteile und Vergleiche doch immer vom höchsten Werte und machen die Reise auch für denjenigen lohnend, dem germanischer Durst und ungewöhnliche Verhältnisse der Leibesatzung Sorgen bereiten.

Wer hingegen nach Amerika kommt, in der Meinung, sich auf der Ausstellung allein ein Bild der wirklichen technischen Entwicklung des Landes zu verschaffen, der wird nur Enttäuschungen erleben und mag sich lieber die Reise ersparen. Es ist nur wenig zu sehen, was nicht in ähnlicher Weise auf anderen Ausstellungen zu sehen war oder was gar mit der Arbeit im Lande verglichen werden könnte. Wer nur allgemeinen Maschinenbau studiren will, findet in der Ausstellung wenig Lohnendes. Wer ferner ohne Beherrschung der Sprache und Meinungsaustausch mit schaffenden Ingenieuren und ohne Blick für gegebene Verhältnisse hierher kommt und sich auf die Ausstellung und das, was auf der

grofsen Heerstrafse liegt, beschränkt, kann nur ganz unbefriedigt zurückkehren.

Ich möchte auch nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass die Vorstellung, hier sei aufserordentliche Mannigfaltigkeit von Eigentümlichkeiten zu finden, unrichtig ist, ebenso die Vorstellung, dass hier alles und jedes viel grofsartiger und besser sei als bei uns.

Amerika ist schon lange nicht mehr das Land der Indianer- und Hinterwäldlergeschichten, aber ebenso wenig das ausschliefsliche Land der Ingenieurkunst nach Art der überschwänglichen Lobeserhebungen in den Büchern über Erfindungen und »eiserne Jahrhunderte«. Wer solches annimmt, kommt um einige Jahrhunderte zu spät oder im letzteren Falle zu früh. Die heutige Wirklichkeit ist ganz anders beschaffen. Indianer und Büffel sind mit vielen sonstigen Eigentümlichkeiten des früheren Landes verschwunden. Die Indianer werden auf der Ausstellung als Wachsfiguren mit grofsem Interesse betrachtet, offenbar weil sie die jetzigen Herren des Landes nur noch ganz selten zu Gesicht bekommen, und die Büffel sind bis auf einige Exemplare in den zoologischen Gärten vertilgt. So haben die Amerikaner mit Hilfe der modernen Kulturmittel mit der Urzeit in unglaublich kurzer Zeit aufgeräumt und ihre antiken Vorbilder, die alten Römer, in dem Mafse übertroffen, als sie von den Eisenbahnen und sonstigen technischen Hilfsmitteln Gebrauch machen konnten.

Es mag noch ganz besonders hervorgehoben werden, dass die Ver. Staaten vielleicht heute das einheitlichste Land der Welt sind.

Die Amerikaner assimiliren vollständig alle Nationen mit Ausnahme der Chinesen und einiger weniger ungebildeter Elemente unter den Italienern und Ungarn. Alles vom Osten bis zum fernsten Westen hat einheitliches Gepräge, einheitliche Art zu schaffen, und derjenige wird vollständig enttäuscht sein, der sich unter den Orten Omaha, Kansas City, Grand-Rapids, Sioux City, Denver, Salt Lake City usw. etwas anderes vorstellt, als aufblühende, moderne, grofse Städte von einheitlichem Gepräge. Diese einheitliche Gestaltung wird mächtig gefördert durch das erwähnte vollständige Aufgehen aller Nationen in dem Yankeetum, insbesondere unserer Landsleute, die sich zwar hier in Chicago und mehr noch in Milwaukee, wo sie zahlreich vertreten sind, nationale Gebräuche bewahrt haben, trotzdem aber meistens schon in der ersten Generation, nicht zu sprechen von der zweiten, vollständig Amerikaner werden. Diese Einheitlichkeit erklärt auch manche amerikanische Eigentümlichkeit auf technischem Gebiete.

Zu den geradezu kindlichen Vorstellungen gehört auch die heutzutage noch anzutreffende Auffassung, das es möglich sei, von Europa hierher zu kommen und so, wie vor vielen Jahrzehnten, ein reicher Mann zu werden, da die umherliegenden Schätze eben nur aufzuheben seien, wie ja Hunderte und Tausende als gewöhnliche Arbeiter und Handwerker früher ins Land gekommen sind und jetzt zu den Reichsten zählen. In Wirklichkeit war es aber nur die Zeit, in der jene Leute lebten, die sie, auch ohne ihr Zuthun, grofs gemacht hat. Selten erwarben sie ihr Vermögen durch ihr Handwerk, meist nur durch den Landbesitz und den in beispiellos kurzer Zeit steigenden Wert dieses Landes. Diese Zeiten sind selbst im fernen Westen vorüber. Wer heute hier grofs werden will, kann es nur werden auf dem Gebiete der schaffenden Arbeit, muss viel Gehirn und Arbeitsvermögen mitbringen oder viel Glück in der Spekulation haben — gerade so wie bei uns. Wenn auch das Arbeitsfeld hier ein ungleich gröfseres ist und noch nicht gar so viele an einem Knochen nagen wie in der alten Welt, so wird doch hier auf vielen Gebieten weit mehr und härter gearbeitet als bei uns. Nicht der Arbeiterstand zeichnet sich in dieser Beziehung vor dem unseren aus, im Gegenteil, wohl aber jeder, der selbständig vorwärts kommen will und vor allem die im grofsen Mafsstab schaffenden Leiter von Unternehmungen. Wie bei uns, jedoch in sehr verstärktem Mafse, werden von diesen die Hilfsmittel, welche Technik und Erfindungsgeist bieten, nicht dazu benutzt, die Arbeit des Menschen zu erleichtern, das Leben zu verschönern, sondern nur dazu, immer mehr zu schaffen, mehr als der Menschennatur gut ist. Das hastige Leben und Treiben in den leitenden Geschäftsstellen mit ihren Telegraphen, Telephonen und Schreibmaschinen erinnert wahrhaftig an das Gebahren kunstgeübter Jongleure, welche gleichzeitig Fangball mit Kugel, Messer, Feder und Pistole spielen und dabei noch Zeit für andere Beschäftigungen erübrigen.

Diese allgemeinen Bemerkungen wollte ich dem Teilberichte über eine Maschinengattung der Ausstellung vorausschicken und dadurch die allgemeinen amerikanischen Verhältnisse kennzeichnen, soweit dies in einem flüchtigen Berichte möglich ist, weil diese Verhältnisse auch alle technischen Gebiete, Verwendung und Bauart der Maschinen beeinflussen.

Wenn ich es unternehme, einige charakteristische Züge des amerikanischen Dampfmaschinenbaues hervorzuheben, so kann ich mich zunächst auf das berufen, was Radinger in seinem Berichte von 1876 äufserte. Das dort Gesagte halte ich im wesentlichen auch jetzt noch für zutreffend, wenn ich auch die Begeisterung Radinger's nicht teile. Damals konnte von einigen in jeder Beziehung originellen und hochinteressanten Maschinen berichtet werden. Soweit diese wirklich hervorragendes Interesse boten, sind sie auch wieder auf der Chicagoer Ausstellung oder auf dem Maschinenmarkt ziemlich unverändert oder mit einigen Verbesserungen vertreten. Neues zu berichten, ist heute schwer möglich auf einem Gebiete, wo Kenntniss auch der Einzelheiten allgemein geworden ist, und wo Neues überhaupt nicht lange unbekannt bleiben kann. Dadurch schrumpft naturgemäfs das zu Berichtende auf einen kleinen Umfang, besonders hinsichtlich der Einzelheiten, zusammen.

Radinger hat auch durch seine Ausstellungsberichte in mustergültiger Weise der wissenschaftlichen Beurteilung der wesentlichen Abmessungen der Maschinen die Wege gewiesen. Was Radinger begonnen, ist aber heute Gemeingut gebildeter Ingenieure und braucht nicht wiederholt zu werden, weil den Fachgenossen damit nichts Neues geboten werden kann.

Der Dampfmaschinenbau und mit ihm auch die frühere mustergültige Werkstättenarbeit in Amerika ist seit 1876 sehr demokratisch geworden, er liegt nicht mehr in den Händen weniger berufener und erfahrener Fabriken, sondern alle Welt baut jetzt Dampfmaschinen, wenige freilich leisten Vorzügliches. Der natürliche Reichtum des grofsen, frisch aufgeschlossenen Landes eröffnet auch dem Minderwertigen Absatzgebiete, namentlich im Westen, wo Arbeitsersparnis und Zeitgewinn allen anderen Erwägungen voranstehen. Die Entwicklung des Westens hat auch den Dampfmaschinenbau gewaltig beeinflusst, und eine bedeutende, nicht immer gute Massenfabrikation hervorgerufen. Die ungeheure Ausdehnung des Landes und seine gewaltigen Verkehrsmittel, welche heute schon fast $^2/_3$ der gesamten Verkehrsmittel der Welt ausmachen, schaffen für die gesamten wirtschaftlichen Verhältnisse einen Mafsstab, der ungefähr ebenso viel gröfser ist als bei uns, wie die Entfernungen gröfser sind als die unsrigen. Alle diese Verhältnisse aber wirken auf die billige Massenerzeugung hin und beeinflussen die Güte der technischen Ausbildung.

Eine weitere häufig zu treffende Eigentümlichkeit ist die Nachahmung, das oft blinde, verständnislose Kopiren von allem, was sich auf technischem oder wirtschaftlichem Gebiete Erfolg verschafft, meist mit einer alles überbietenden Reklame, wovon nur wirklich hervorragende Firmen in wohlthuender Weise eine Ausnahme machen.

Auch bei uns kommt das Nachahmen vor, aber es ist in der Regel mit einer gewissen Selbständigkeit und immer mit dem Versuch einer Verbesserung verbunden.

Im Westen sind die Maschinen meist unerfahrenen Maschinisten anvertraut, die vom Wesen der Sache nur oberflächliche Kenntnisse haben. Man kann infolgedessen auch selten richtige Auskunft über Maschinen- und Betriebsverhältnisse erlangen. Die Maschinen werden entweder ohne Zeichnungen oder nach mangelhaften Zeichnungen gearbeitet. Grofse Bauten in Berg- und Hüttenwerken, Wasserkraftanlagen, Mühlen u. dergl. werden mit grofsen Mitteln, staunenswerter Raschheit und Kühnheit ausgeführt; Zeichnungen

darüber aber giebt es nicht. Bei allem Entgegenkommen gegen europäische Besucher können daher auch Pläne selten zur Verfügung gestellt werden.

Der Zwang der gegebenen Verhältnisse, die Schwierigkeit der Arbeitsverhältnisse und die Hilfsmittel, an welche die Ausführung gebunden ist, schaffen einen eigenartigen Arbeitsvorgang, und diesen zu studiren, ist aufserordentlich lohnend und interessant. Auf dem Gebiete rascher und einfacher Ausführung mit den einfachsten Mitteln sind die Amerikaner thatsächlich grofs. Die gegebenen Verhältnisse zwingen zu einer raschen und kühnen Auffassung. In dieser Hinsicht bietet die Ausstellung selbstverständlich kaum mehr als flüchtige Andeutungen, und diese Verhältnisse können nur an den Baustellen selbst studirt werden.

Auf gleichem Boden, jedoch in einer ganz anderen Richtung, geht der zweite mächtige Fortschritt des amerikanischen Maschinenbaues vor sich: die Entwicklung der Werkzeuge und der Werkzeugmaschinen. Auch diese Entwicklung hat ihre Ursache im Zwang der gegebenen Verhältnisse, in der Kostspieligkeit der Menschenarbeit und in der Notwendigkeit, diese durch Maschinenarbeit soweit als irgend möglich zu ersetzen. Der Umstand hat zu einer aufserordentlichen Vollkommenheit in der Ausbildung der Werkzeuge geführt.

Bei meinen Bemerkungen liegt es mir vollständig fern, die Meinung hervorzurufen, als ob hier der Ingenieurstand ein minderwertiger sei. Nur schafft die ungeheure Ausdehnung der Ingenieurarbeiten andere Verhältnisse und auch für Unberufene freies Feld, da es in vielen Fällen auf gar nichts anderes ankommt als auf Menschen- und Zeitersparnis. Die wirklich hervorragenden und leitenden amerikanischen Ingenieure hingegen stehen, gleichgültig, wo sie ihre Studien und Erfahrungen gemacht haben, in keiner Weise den Ingenieuren anderer Länder nach. Ich habe amerikanische Maschineningenieure kennen gelernt, die an Umfang und Gründlichkeit ihrer Kenntnisse und an Erfahrung auch auf wissenschaftlichem Gebiete den besten aller Länder nicht nachstehen, und deren Denkweise und Arbeit kennen zu lernen ebenso genussreich wie belehrend ist.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wende ich mich zur Ausstellung in Chicago.

Für Maschinen ist eine grofse Halle, der »Palace of Mechanic Arts« geschaffen worden; daneben bestehen eigene Maschinenabteilungen in den Gebäuden für Transportwesen, Bergbau und Elektrizität sowie gesonderte Pavillons. Der Maschinenpalast ist ein äufserlich überreich, dem Zweck wenig entsprechend ausgeschmücktes Gebäude mit einer Doppelhalle und Zubauten, deren innerer Eindruck in keiner Weise mit dem der grofsen Pariser oder selbst der Wiener Maschinenhalle verglichen werden kann. Die Wirkung ist unbedeutend, die Eisenkonstruktion schwerfällig, verbaut, und schafft keinen Mittelpunkt in den ausgedehnten Hallen. Die meisten unserer neuen Eisenbahnhallen sind wirkungsvoller. Aufsen ist die Halle mit Namen berühmter Ingenieure geschmückt, auch Siemens, als einziger Deutscher, unter ihnen. Einige englische Namen waren mir unbekannt; ich suchte, fand aber nur die Belehrung, Siemens sei ein »Londoner«.

Der Inhalt der Maschinenhalle, soweit Dampfmaschinen in betracht kommen — und nur von diesen habe ich zu berichten —, zeigt einen gewaltigen Unterschied gegenüber Philadelphia. Dort war der Mittelpunkt nicht nur der Maschinenhalle, sondern der gesamten Ausstellung, die prächtige Corliss-Balanziermaschine. Sie hat ihren Schöpfer und viele andere begeistert und war nicht nur damals, sondern ist auch jetzt noch eine bedeutende Leistung des Maschinenbaues, wenn sie auch jetzt in den Wagenbauwerkstätten von Pullman in Pullman bei Chicago ein mehr beschauliches, eine Art von Ausstellungsdasein führt und nur schwach in Anspruch genommen wird, und wenn auch ihre früher angestaunte Gröfse und Leistungsfähigkeit durch die heutigen raschlaufenden, scheinbar sehr kleinen Maschinen weit überholt ist.

Die Chicagoer Maschinenhalle hat, wie erwähnt, keinen anziehenden Mittelpunkt. Wenn von einem solchen überhaupt die Rede sein kann, so müsste die von der Allis Co. in Milwaukee ausgestellte 2000pferdige viercylindrige Dampfmaschine genannt werden. Diese Maschine verkörpert in ihrer Bauart die prosaische, kommerzielle Neuzeit des Maschinenbaues, die Massenfabrikation, und ist leider, wie alle liegenden Maschinen, in ihrer ganzen Erscheinung wenig wirkungsvoll.

Trotz der mächtigen Dampfcylinder (Niederdruckcylinder 70″ = 1778 mm, Hub 72″ = 1829 mm) ist die Maschine erst in unmittelbarer Nähe als grofse Maschine erkennbar und macht naturgemäfs auf Laien im allgemeinen keinen hervorragenden, sondern denselben nüchternen Eindruck wie die ganze Halle. Die Maschine ist nicht frei im Mittelpunkte der Maschinenhalle auf einem erhöhten förmlichen Piedestal aufgebaut, wie seinerzeit die Corliss-Maschine in Philadelphia, sondern tief und unscheinbar, mit den grofsen Cylindern teilweise in das Fundament eingebettet, in hässlicher Weise nur dem Bedürfnis entsprechend.

So wie in Philadelphia wurde diese gröfste Maschine der Ausstellung durch den Präsidenten der Ver. Staaten nach Schluss seiner Eröffnungsrede durch Druck auf einen Knopf elektrisch in Bewegung gesetzt. Dies hat vor 16 Jahren Aufsehen erregt; heute ist es ein selbstverständlicher Vorgang, und doch mag hervorgehoben werden, dass seinerzeit in Philadelphia zwar der Präsident auf den Knopf drückte, dies aber auch hätte unterlassen können; die Maschine hätte sich doch in Bewegung gesetzt, denn unten im Fundament, dem Blick des Volkes und seines Oberhauptes entrückt, waren mit dem Anlassen von Maschinen wohlvertraute Maschinisten aufgestellt, deren Thaten erst nach Jahren ans Tageslicht kamen. Diese Männer besorgten die Ingangsetzung der Maschine, während der Präsident nur harmlos das Signal dazu gab.

Dieses zur Mode gewordene Ingangsetzen hat sich auch in Chicago wiederholt, ist aber diesmal einigermafsen echt verlaufen. Der vom Präsidenten berührte Knopf setzte hier thatsächlich einen kleinen Elektromotor und, der schaulustigen Menge sichtbar, eine Räderübersetzung in Bewegung, welche ein Drosselventil in der Dampfzuleitung öffnete. Alles übrige, für die gefahrlose Ingangsetzung einer grofsen Maschine auch auf Ausstellungen nicht Entbehrliche wurde allerdings durch die Beihilfe einiger Maschinisten besorgt, die sich aber über dem Fundament befanden.

Dies sind Nebendinge. Ein ganz gewaltiger Unterschied ergiebt sich aber zwischen Chicago und Philadelphia hinsichtlich der Gröfse der ausgestellten Maschinen. Die grofse Corliss-Maschine von 1876 war nominell eine 12- bis 1400pferd. Maschine, hat aber in der Ausstellung mit nie mehr als etwa 600 PS gearbeitet und war dabei imstande, die meisten Arbeitsmaschinen der Ausstellung in Bewegung zu setzen. Hier in Chicago ist es ganz anders. In der Maschinenhalle allein sind zusammen etwa 20000 PS an Dampfmaschinen aufgestellt, aufserdem noch etwa 7- bis 8000 PS in den verschiedenen Zubauten, und alle diese Maschinen werden, zwar jetzt noch nicht, aber voraussichtlich im Sommer in Betrieb sein.

Den Betriebsdampf liefert eine einheitliche, riesige Kesselanlage, welche einen gröfseren und bedeutenderen Eindruck macht als die Maschinenausstellung selbst. Diese Anlage übertrifft alle ähnlichen Einrichtungen auf Ausstellungen und bildet ein Schaustück für sich. Nach dem Frankfurter Vorbild wird durch eine Gallerie auch den Ausstellungsbummlern das Verweilen im Kesselraum erträglich und eine prächtige Uebersicht möglich gemacht. In diesem Zentralkesselhaus ist nur Oelfeuerung in Betrieb; 3 bis 4 Kesselheizer, welche die grofse Anlage zu bedienen haben, walten ihres Amtes in weifsen Röcken und weifsen Mützen; es fehlen nur noch weifse Handschuhe, die dieser saubere Betrieb ganz wohl noch gestattet haben würde.

Dieser gewaltige Maschinenbetrieb, wie er noch auf keiner Ausstellung bisher geleistet wurde, klingt vielversprechend, aber trotz dieser riesigen Entfaltung von Dampfmaschinenkraft kann von einer bedeutenden allgemeinen Dampfmaschinenausstellung, welche diese ganze Maschinenart umfasst, kaum die Rede sein.

Es sind kaum ein halbes Dutzend eigentlicher gröfserer Betriebsdampfmaschinen vorhanden; alles übrige sind rasch laufende Dampfmaschinen, also nur eine Gattung der ganzen Art; das Ausland ist nur durch sehr wenige Maschinen vertreten und zählt als Gesamtheit überhaupt nicht.

Insgesamt aber dienen die ausgestellten Dampfmaschinen einem einzigen Zwecke, der elektrischen Beleuchtung der Ausstellungsgebäude, und sind nur für Dynamobetrieb verwandt. Desgleichen dient der zweite Teil der grofsen Dampfmaschinenausstellung in einem besonderen Gebäude ausschliesslich dem Betriebe der elektrischen Hochbahn. Anstelle einer allgemeinen Ausstellung aller Dampfmaschinenarten ist eine von der Ausstellungsunternehmung geschaffene Kraftstation mit der zugehörigen Kesselanlage und die erwähnte Hochbahn vorhanden. Die für diese vorhandenen Dampfkesselanlagen sind auch keine Kesselausstellungen, sondern ausschliefslich eine Gruppe verschiedener, wenig Raum einnehmender forcirbarer Wasserröhrenkessel, die nur für den Beleuchtungs- und Bahnbetrieb der Ausstellung bestimmt sind.

Die Maschinen dieser Beleuchtungsanlage sind auch die einzigen, welche bei Eröffnung der Ausstellung einigermafsen fertig waren; die übrigen, mit Ausnahme der deutschen Abteilung, waren und sind noch ein Chaos.

Für die Maschinen der Beleuchtungsanlage wurden den Ausstellern auch grofse Begünstigungen eingeräumt, welche anderen Ausstellern versagt waren: kostenfreie Besorgung der Betriebskraft, der Fundamente und der Aufstellung durch die Ausstellungsunternehmung. Dies hatte zur Folge, dass eine reiche Beteiligung auf diesem Gebiete entstand, aber auch, dass alles, was nicht unmittelbar mit der Beleuchtung zusammenhängt, in der Ausstellung entweder überhaupt nicht oder ganz untergeordnet vertreten ist. Infolgedessen fehlen die wesentlichen Teile des Dampfmaschinenbaues.

Viele Aussteller, und zwar ausschliefslich amerikanische, klagen darüber, dass ihnen der beanspruchte Raum für beabsichtigte grofse Schaustellungen nicht zur Verfügung gestellt wurde, weil angeblich nicht mehr als eine Maschine von einer Bauart zugelassen würde. Dies trifft nicht zu, denn viele Firmen, besonders solche, welche mit starken Reklamemitteln arbeiten, sind in der Ausstellung durch Dutzende gleicher Maschinen vertreten. Wenn daher Platzbeschränkung stattgefunden hat, müssen andere Gründe mafsgebend gewesen sein. Hierüber zu urteilen, ist mir unmöglich. Es kann nur die Thatsache festgestellt werden, dass die Chicagoer Ausstellung, trotz des grofsen noch nicht dagewesenen Aufwandes an Dampfmaschinenkraft, ein ganz unvollständiges Bild selbst des amerikanischen Dampfmaschinenbaues giebt, nicht zu sprechen von fremden Ländern. Die Ausstellung gestattet daher selbst für den amerikanischen Dampfmaschinenbau keine Uebersicht. Mehrere der bedeutendsten amerikanischen Firmen sind nicht auf der Ausstellung vertreten. Corliss fehlt gänzlich, ebenso der gröfste Teil seiner Nachahmer und Verbesserer. Es fehlen fast alle die berühmten alten Maschinenbauer der Neuenglandstaaten und der östlichen Staaten überhaupt. Es fehlen Cramp, Morris, Wright, Putnam, Green, Sweet, Brown. Eine grofse Reihe bekannter amerikanischer Firmen, insbesondere der hervorragenden, ist nur unbedeutend, mit kleinen raschlaufenden Maschinen vertreten. So kommt es, dass dem grofsartigen Eindruck der 20000 pferdigen Beleuchtungsanlage kein entsprechender Inhalt auf konstruktivem Gebiete zur Seite steht, und dass die Maschinenausstellung, mit Ausnahme der hochentwickelten Werkzeugmaschinen, insbesondere für Holzbearbeitung, und der benachbarten grofsen amerikanischen Transportausstellung, nicht das bietet, was vielfach von ihr erwartet wurde.

Was auf dem Gebiete des Werkzeugmaschinenbaues und noch mehr in der Ausstellung der amerikanischen Transportmittel zu sehen und zu lernen ist, kann in keiner Weise mit dem dürftigen sachlichen Inhalte der Dampfmaschinenausstellung verglichen werden. Ueber diese grofsartig vertretenen Gebiete habe ich aber nicht zu berichten.

Das Lückenhafte ist nicht der Chicagoer Ausstellung allein eigen. Auf allen Weltausstellungen während der letzten 15 Jahre war es nicht besser. Dies ist kein Zufall, sondern wohl begründet in den heute gegebenen technischen und geschäftlichen Verhältnissen. Die veränderten Verhältnisse und auch neue Personen schaffen den ungeheuren Unterschied zwischen den Dampfmaschinenausstellungen in Chicago und in Philadelphia. Die hinter den ausgestellten Maschinen handelnden und schaffenden Personen haben zwar geringeren Einfluss als die geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse, sind aber doch immerhin von Bedeutung. Viel mächtiger aber als der Einfluss von Persönlichkeiten sind die wirtschaftlichen Verhältnisse, die sich seit der Ausstellung in Philadelphia gewaltig verändert und insbesondere auch auf die Weltausstellungen in hohem Grade Einfluss geübt haben.

Jeder Bericht über amerikanische Dampfmaschinen muss von Corliss, dem Schöpfer des amerikanischen Dampfmaschinentypus, ausgehen und zunächst mit der Thatsache rechnen, dass Corliss seit mehreren Jahren tot ist. Niemals hat ein Konstrukteur so grofsen Einfluss auf den Dampfmaschinenbau ausgeübt wie er. Der gröfste Teil der amerikanischen Dampfmaschinen ist auf seine Vorbilder zurückzuführen, wenn auch Einzelnheiten seither verändert und zum teil verbessert worden sind. Der gröfste amerikanische Dampfmaschinenbauer ist tot, und leider sind seine eigenen Maschinen nicht nur auf der Ausstellung nicht vertreten, sondern sie zählen auch aufserhalb der Ausstellung nicht mehr voll zu den lebenden; sie sind im Niedergang, vielleicht sogar im Absterben begriffen. Die Corliss-Werkstätten, noch vor 5 Jahren die angesehensten und bedeutendsten des Landes, sind bald nach dem Tode ihres Begründers zurückgegangen und haben heute nur einen Arbeiterstand von einigen hundert Arbeitern. Die Erben des grofsen Maschinenbauers haben es nicht verstanden, das Werk fortzusetzen, und vermeinten, es auch ohne technische Kenntnisse, unter weiblicher Leitung, deren technische Sachkenntnis nicht vollständig nachgewiesen ist, auf der Höhe erhalten zu können. Der Maschinenbau ist aber leider eine Beschäftigung, die mit Ruhm allein sich nicht fortsetzen lässt, und dieser allein wird auch nicht bezahlt. Nur wer dem mit Riesenschritten voraneilenden technischen und wirtschaftlichen Fortschritt zu folgen vermag, kann Erfolge erringen.

Corliss hat zuletzt spezielle Werkzeugmaschinen für die Bearbeitung seiner Dampfmaschinen geschaffen, welche äufserst interessant, aber nicht vollkommen und einwandsfrei waren; sie waren das Werk eines grofsen Konstrukteurs, welches aber doch viel besser durch einen ausschliesslich auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinen Erfahrenen hätte geleistet werden können. Corliss hat damit jedenfalls das für die gegenwärtigen Verhältnisse einzig richtige Feld, das der besten und billigen Massenerzeugung, beschritten; aber es ist möglich, dass Corliss selbst, und sicher, dass seine Nachkommen gemeint haben, mit solchen aufserordentlich eingerichteten Werkstätten sei die Fabrikation auf eine Reihe von Jahrzehnten ihnen so gesichert, dass niemand während absehbarer Zeit auch nur entfernt den Wettbewerb werde aufnehmen können. Die Nachkommen haben dann wohl auch angenommen, dass die technische Leitung fürderhin ganz entbehrt werden könne.

Der Dampfmaschinenbau ist aber inzwischen in Amerika von einer anderen, viel richtigeren, wenn auch weniger interessanten Seite angepackt und erfolgreich durchgeführt worden. Das Prinzip der Corliss-Fabrik scheint gewesen zu sein: Dampfmaschinen so gut als möglich zu bauen, gute Ausführung, Erfahrungen und Berühmtheit sich aber auch entsprechend bezahlen zu lassen. Andere hingegen haben mit gröfserem Erfolg Dampfmaschinen so gut und gleichzeitig so einfach als möglich gebaut, dann aber Werkstattseinrichtungen geschaffen, welche die massenhafte Herstellung so billig gestalten, dass niemand anders als auf gleichem Wege und mit gleichen Mitteln mit ihnen in Wettbewerb treten kann. Diese Richtung kennzeichnet den Dampfmaschinenbau, welcher auf der Weltausstellung in Chicago vertreten ist. Die Bauart haben diese Maschinenbauer dabei in ihrer Weise aufgefasst, und vieles dürfte nach unseren Begriffen nicht einwandsfrei sein. Inbezug auf die Billigkeit ist bei verhältnismäfsig guter Ausführung auf diesem Wege thatsächlich Bedeutendes entstanden; mehrere Fabriken sind hierbei grofs geworden und beherrschen den ganzen Markt.

Vor allen kann die E. P. Allis Co. in Milwaukee, mit ihrem Leiter, Hrn. Reynolds, dem früheren Werkstättenleiter von Corliss, als Muster dieser amerikanischen Entwick-

lung des Dampfmaschinenbaues im grofsen gelten. Die Einzelheiten der Maschinen sind nach unseren Begriffen wenig ausgebildet, einzelne Teile übermäfsig schwerfällig, die Abnutzungsdimensionen des Triebwerkes nach unserer Auffassung und Erfahrung schwach. Diese Maschinen herrschen aber fast in der ganzen Union; die Fabrik ist gegenwärtig die gröfste Dampfmaschinenfabrik der Ver. Staaten und trotz ihres Umfanges und ihrer Zahl von fast 3000 Arbeitern, die in Tag- und Nachtschicht arbeiten, kaum in der Lage, den Anforderungen nachzukommen. Dabei werden die Maschinen von ihr billiger gebaut, als wir sie, bei viel niedrigeren Arbeitslöhnen, herzustellen vermögen. Im Jahresdurchschnit wird täglich eine 300pferd. Dampfmaschine fertiggestellt, wobei selbstverständlich alle Maschinen nach einem Typus ausgeführt werden. Nach der hier üblichen Praxis fällt es Abnehmern gar nicht ein, besondere Wünsche zu hegen; werden solche ausnahmsweise geltend gemacht, so muss ihre Ausführung auch besonders bezahlt werden.

Das erwähnte Prinzip der billigen Massenherstellung haben sich auch Fabriken für Herstellung raschlaufender Dampfmaschinen, teilweise in mustergültiger Bauart und Ausführung, längst zu eigen gemacht. Die Maschinen von Armington, Ide, Sweet u. a. sind im ganzen Lande verbreitet und sind technisch wie geschäftlich als sehr hervorragend anzusehen. Aber selbst viele dieser kleinen Dampfmaschinen, welche als echt amerikanische Typen zu den besten gehören, sind auf der Ausstellung nicht vertreten.

Den dargelegten Verhältnissen entspricht auch die Ausstellung. Bei der weiten Ausdehnung des Maschinenmarktes ist viel Minderwertiges vorhanden. Die Ausbildung der Einzelheiten ist nur in wenigen Fällen sorgfältig. Das Land ist zu grofs, zu reich, zu jung und arbeitet zu rasch, als dass sich solche Ausbildung ohne weiteres lohnte; auch die unvollkommen gebauten Maschinen finden ihren Absatz. Während unser Bestreben zum allergröfsten Teil auf Dampfersparnis und vollkommenste Ausbildung der Einzelheiten gerichtet sein muss, geschieht dies hier nur ausnahmsweise. Wenn auch gegen früher ein bedeutender Fortschritt bemerkbar ist, lohnen sich doch in der Mehrzahl der Fälle komplizirte, vollkommene Maschinen auch gegenwärtig noch nicht. Es giebt z. B. Wasserwerksanlagen in gröfstem Stile, bei denen, obwohl ihr Betrieb 3- bis 4 mal so grofs ist wie der unserer gröfsten Werke, es nicht der Mühe für wert erachtet wird, vollkommene Maschinen zu beschaffen. Der Betrieb ist auch ohne Vervollkommnung unter allen Umständen ertragsfähig, und deshalb wird auf solche Kleinigkeiten nicht geachtet. Nur bei zwingender Notwendigkeit und unter ungewöhnlichen wirtschaftlichen Verhältnissen entschliefst man sich zu einem unseren Verhältnissen entsprechenden Vorgehen, und dann wohl auch zu einer sehr gründlichen Abhilfe.

Ein weiterer Faktor, der die neuere Gestaltung des Maschinenwesens mehr als alle technischen Bestrebungen bestimmt, ist der hier viel gewaltigere Einfluss des Kapitals. In der allerneuesten Zeit werden auf allen Gebieten, auch dem des Maschinenwesens, Monopolringe zu schaffen gesucht, infolge deren jeder technische Fortschritt dem geschäftlichen Interesse einzelner Weniger untergeordnet und, was schwerer wiegt, aller Wettbewerb ausgeschlossen ist. Solcher Ringe giebt es jetzt schon mehrere, und zahlreiche werden noch entstehen. Ich erwähne nur die fast vollständige Monopolisirung der Zucker- und Petroleumindustrie, der hydraulischen Aufzüge usw.; die Monopolisirung der einfachen marktfähigen Pumpen und ähnlicher Gebiete ist in Vorbereitung. Der Ingenieur, wenn er nicht zugleich die geschäftliche Leitung besorgt, ist alsdann eine sehr untergeordnete Persönlichkeit, und Verbesserungen sind selbstverständlich gar nicht erwünscht, so lange die alte Sache zieht.

Ueber Betriebsverhältnisse im allgemeinen, die unter den geschilderten Umständen sehr eigenartig sind und das gröfste Interesse bieten, kann die Ausstellung keine Belehrung bieten. Nur über Einzelheiten auf konstruktivem Gebiete giebt sie Aufschluss; aber auch hier ist die Ausbeute an Neuem und Gutem gering. Immerhin ist Wertvolles genug vorhanden und ein ausführlicher Bericht über Dampfmaschinen erforderlich.

Nach einer Verabredung wird mein Kollege Hr. Gutermuth über raschlaufende Maschinen der Ausstellung, soweit diese auf konstruktivem Gebiete Interesse bieten, noch ausführlich berichten, während ich durch das Nachfolgende einige Beispiele der wenigen typisch grofsen Betriebsdampfmaschinen der Ausstellung zu skizziren beabsichtige.

Der Bericht muss, wie schon eingangs erwähnt, von Corliss ausgehen; seine Vorbilder sind hier von einem alles beherrschenden Einfluss. Der Bericht wird sich daher auch nur auf einige Corliss-Maschinen zu beschränken haben. Die Nachahmungen und Verbesserungen der Corliss-Bauart sind zahllos, beschränken sich aber, wie bei uns, auf untergeordnete Einzelheiten der Ausklinksteuerung u. dergl. Eingriffe in das Wesen der Corliss-Maschine und in ihre inneren Organe sind von zweifelhaftem Wert. Ueber alle hier ausgeführten und versuchten Einzelheiten zu berichten, würde dem deutschen Fachgenossen kaum einen Dienst erweisen.

Zur Kennzeichnung des wesentlichen genügen einige Skizzen der heutigen, weit verbreiteten und allgemein bekannten Corliss-Maschine in denjenigen Konstruktionen, welche für die Massenherstellung gegenwärtig benutzt werden und anerkannt den Grofsdampfmaschinenbau beherrschen.

Es sind deshalb weiter unten die grofsen Ausstellungsmaschinen: die 2000pferdige Vierfach-Verbundmaschine der Allis Co. in Milwaukee und die viercylindrige 1000pferdige Maschine der Firma Fraser & Chalmers in Chicago beschrieben und durch Skizzen dargestellt.

Im Zusammenhange mit Erwähntem füge ich noch hinzu, dass sich in Amerika neben Corliss die Flachschiebermaschinen immer behauptet haben und auch jetzt noch zu den besten Maschinen gehören. Das Vorbild dieser Flachschiebermaschinen ist die Green'sche, der die Flachschiebermaschinen in Fitchburg, Boston, Newburgh, Philadelphia und New York nachgebildet worden sind.

Mancher Konstrukteur mag zu Veränderungen nur durch das Streben nach Selbständigkeit, vielleicht auch nach Originalität, oder durch die Rücksicht auf bestehende Patente veranlasst worden sein. Vieles ist in Amerika auf demselben Wege entstanden, wie die interessanten aber verunglückten Vorbilder Watt's, der ja auch das Patent auf die Kurbel durch allerlei Kunststücke zu umgehen suchte.

Ueber Flachschiebermaschinen wird der Ausstellungsbericht des Hrn. Gutermuth noch Näheres enthalten.

Aufserdem muss ich hier, um die amerikanischen grofsen Betriebsdampfmaschinen zu kennzeichnen, die Dampfmaschinen von E. D. Leavitt hinzufügen, welche gegenwärtig den ersten Rang einnehmen und auch die eigenartigsten der amerikanischen Maschinen sind. Ihre Steuerung ist in Ergänzung der vorangegangenen Berichte[1]) im Nachfolgenden noch genauer angegeben.

Corliss selbst war bekanntlich ein unbedingter Gegner der Mehrfach-Verbundmaschinen, und er wie alle seine Konzessionäre haben sich gegen diesen gröfsten Fortschritt des Dampfmaschinenbaues so lange mächtig gesträubt, wie dies überhaupt möglich war. Selbst zu der Zeit, wie die Verbundmaschinen längst das Feld beherrschten, wurde ihre Zweckmäfsigkeit verneint. Von Leavitt hingegen wurde dieses Gebiet schon Ende der 70er Jahre mit grofsem Erfolg bearbeitet, und seine Konstruktionen haben hier erheblich zum Sieg der Mehrfach-Verbundmaschinen beigetragen.

In der neuesten Zeit machen sich beim Bau gröfserer Dampfmaschinen sogar Uebertreibungen auf diesem Gebiete bemerkbar. Es werden Dreifach-Verbundmaschinen schon bei Dampfspannungen von kaum 7 Atm., angeblich mit Erfolg, gebaut, und bei grofsen Maschinen werden Vier-Cylindermaschinen bei Dampfspannungen von etwa 9 Atm. gebaut, wo keinerlei Notwendigkeit vorliegt und kein Vorteil möglich ist. Was sonst auf dem Gebiete der Mehrfach-Verbundmaschinen hier von erfahrenen und sorgfältig studirenden Ingenieuren erprobt ist, weicht in keiner Weise von unseren eigenen Erfahrungen ab. Ich habe daher auf diesem Gebiete nichts zu berichten, was bei uns nicht schon bekannt wäre.

[1]) Z. 1893 S. 641 und 650.

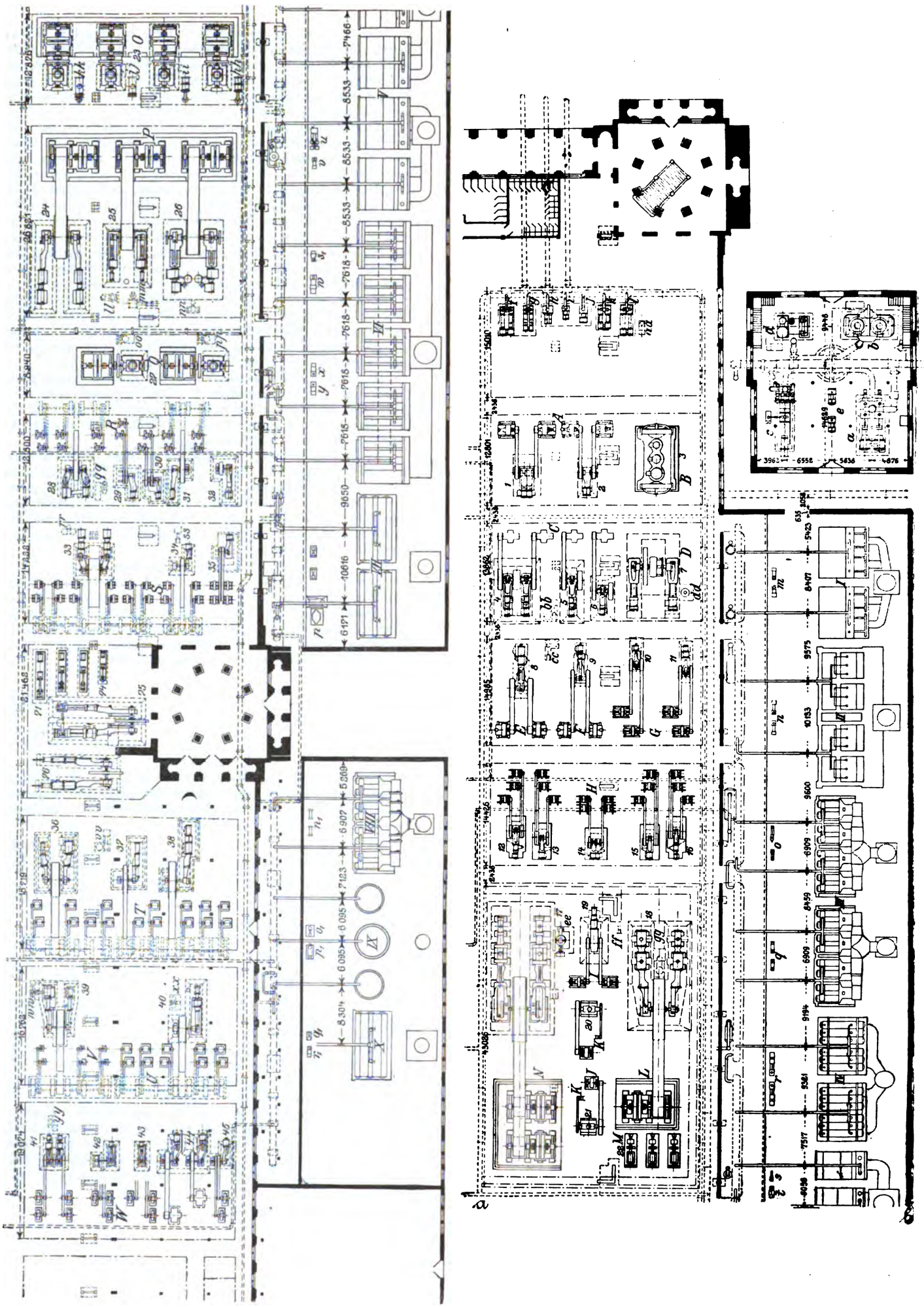


Fig. 7 und 8. Südliche Hälfte der Maschinenhalle. Maßstab 1:700.

Verzeichniss der ausgestellten Maschinen und Dampfkessel.

I. Betriebsmaschinen der Beleuchtungsanlage.

No.	Name der Aussteller	Art der Maschinen	PS
1	Ball	Verbundmaschine	480
2	Armington & Sims	eincylindrig	400
3	General Electric Co.	Dreifach-Verbund-Corlissmaschine mit	1000
4	Phoenix	do. [Kondensation	500
5	do.	Tandem-Verbundmaschine	250
6	do.	eincylindrig	250
7	E. P. Allis Co.	Verbundmaschine mit Kondensation	500
8	Woodbury	Tandem-Verbundmaschine mit Konden-	600
9	do.	do. [sation	375
10	A. L. Ide	eincylindrig	200
11	do.	Tandem-Verbundmaschine mit Konden-	225
12	Ball & Wood	Tandem-Verbundmaschine [sation	150
13	do.	eincylindrig	150
14	do.	Verbundmaschine	200
15	do.	eincylindrig	150
16	do.	Tandem-Verbundmaschine	150
17	E. P. Allis Co.	Vierfach Verbundmaschine mit Konden-	2000
18	Fraser & Chalmers,	Dreifach- do. [sation	1000
19	Mc Ewen	Tandem- do.	220
20	Westinghouse, Church & Kerr	Verbundmaschine mit Kondensation	330
21	do.	do.	330
22	do.	3 Verbundmaschinen mit Kondensation	1000
23	do.	4 do.	
24	Buckeye Engine Co.	Dreifach-Verbundmaschine	1000
25	Atlas	Verbundmaschine mit Kondensation	1000
26	Mc Intosh & Seymour	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine	1000
27	Westinghouse, Church & Kerr	Verbundmaschine mit Kondensation	1000
28	Buckeye Engine Co.	do.	300
29	do.	eincylindrig	125
30	do.	do.	125
31	do.	do.	190
32	do.	Tandem-Verbundmaschine	150
33	Russell	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine mit	506
34	do.	do. [Kondensation	216
35	Erie City	eincylindrig	200
36	Lane & Bodley	Verbundmaschine mit Kondensation	300
37	do.	eincylindrig	200
38	do.	Tandem-Verbundmaschine	300
39	Bass	Verbundmaschine mit Kondensation	224
40	Atlas	Tandem-Verbundmaschine mit Kondens.	500
41	Watertown	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine mit	250
42	Erie City	eincylindrig [Kondensation	200
43	New York	do.	150
44	Russell	3 eincylindrige Maschinen	400
45	Siemens & Halske		

2. Dynamos der Beleuchtungsanlage.

A.	4	Edison-Generatoren zu je 200 PS	
B.	2	» » » » 500 »	
C.	4	Eddy- » » » 250 »	
D.	1	Westinghouse-Strafsenbahn-Generator 500 PS	
E.	2	Mather-Generatoren	
F.	2	» »	
G.	4	C. and C.- » zu je 100 PS	
H.	16	Brush-Bogenlicht-Dynamos zu je 60 Lampen	
I.	2	C. and C.-Generatoren » » 100 PS	
J.	2	Westinghouse-Glühlicht-Dynamos zu je 4000 Lampen	
K.	2	» Erreger	
L.	1	» Glühlicht-Dynamo zu 10000 »	
M.	3	» Erreger	
N.	2	» Glühlicht-Dynamos zu je 10000 »	
O.	4	» » » » » 10000 »	
P.	3	» » » » » 10000 »	
Q.	2	» » » » » 10000 »	
R.	14	Wayne-Bogenlicht-Dynamos » » 60 »	
S.	20	Standard- » » » » 50 »	
T.	16	Thomson-Houston-Bogenlicht-Dynamos » » 50 »	
U.	10	Thomson-Houston-Bogenlicht-Dynamos » » 50 »	
V.	6	Excelsior- » » » » 50 »	
W.	10	Western Electr.- » » » » 50 »	

3. Kessel der Beleuchtungsanlage.

			Kessel-PS
I	4	Root-Kessel in 2 Batterien	1500
II	4	Gill- » » 2 »	1500
III	8	Heine- » » 2 »	3750
IV	4	National-Kessel in 2 Batterien	1500
V	9	Campbell & Zell-Kessel in 5 Batterien	3750
VI	10	Babcock & Wilcox- » » 10 »	3000
VII	4	Stirling-Kessel in 2 Batterien	1800
VIII	1	Heine- »	1900
IX	3	Climax- »	2000
X	2	Stirling- »	900

4. Betriebsmaschinen.

51	Ideal-Tandem 300 PS-Maschine
52	» » 300 » »
53	Bates 300 PS-Maschine
54	Golden State 200 PS-Maschine
55	Green 225 PS-Maschine
56	Sioux City 350 PS-Maschine
57	Payne's Corliss 110 PS-Maschine
58	Erie City 300 PS-Maschine
59	Allis eincylindrige stehende 250 PS-Maschine
60	F. Schichau, Elbing
61	R. Wolf, Magdeburg-Buckau
62	Grusonwerk, Magdeburg-Buckau
63	Galloway, England
64	Willans, »
65	» »

5. Speisepumpen.

m	2 Dean, $7\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}'' \times 10''$ ($190 \times 114 \times 254$ mm)
n	2 Barr, $9'' \times 5\frac{1}{4}'' \times 10''$ ($229 \times 133 \times 254$ mm)
o	2 Knowles, $10'' \times 5'' \times 10''$ ($254 \times 127 \times 254$ mm)
p	1 Goulds, $10'' \times 12''$ (254×305 mm)
q	2 Blake, $8'' \times 5'' \times 12''$ ($203 \times 127 \times 305$ mm)
r	2 Davidson, 12" und $20'' \times 10\frac{1}{2}'' \times 20''$ (305 und $508 \times 267 \times 508$ mm)
s	1 Cameron
t	1 Laidlaw, $7\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}'' \times 10''$ ($190 \times 114 \times 254$ mm)
u	1 Willson-Snyder, $14'' \times 8'' \times 18''$ ($356 \times 203 \times 457$ mm)
v	1 Canton,
w	1 Snow, 8" u. $12'' \times 7'' \times 12''$ (203 u. $305 \times 178 \times 305$ mm)
x	1 Snow, $10'' \times 6'' \times 10''$ ($254 \times 152 \times 254$ mm)
y	1 » $8'' \times 5'' \times 10''$ ($203 \times 127 \times 254$ mm)
z	1 Buffalo, $10'' \times 6'' \times 10''$ ($254 \times 152 \times 254$ mm)
m_1	1 » $7\frac{1}{2}'' \times 5'' \times 8''$ ($190 \times 127 \times 203$ mm)
n_1	2 Battle Creek, $10'' \times 6'' \times 12''$ ($254 \times 152 \times 356$ mm)
o_1	1 Blakesley, $10'' \times 6'' \times 14''$ ($254 \times 152 \times 356$ mm)
p_1	1 Smedley, $12'' \times 7'' \times 15''$ ($305 \times 178 \times 381$ mm)
q_1	1 Hall, $8'' \times 5'' \times 10''$ ($203 \times 127 \times 254$ mm)
r_1	1 Mc Gowen $8'' \times 5'' \times 10''$ ($203 \times 127 \times 254$ mm)
s_1	1 Valley

6. Kondensatormaschinen.

aa)	Worthington, Mischkondensator
bb)	Davidson, $12'' \times 20'' \times 24''$ ($305 \times 508 \times 610$ mm), Mischkondensator
cc)	Davidson, $12'' \times 20'' \times 24''$ ($305 \times 508 \times 610$ mm), Mischkondensator
dd)	Allis, direkt verbunden, Mischkondensator (500 PS)
ee)	» » » (2000 PS)
ff)	Blake, $8'' \times 14'' \times 12''$ ($203 \times 356 \times 305$ mm), Mischkondensator
gg)	Conover, Mischkondensator (1000 PS)
hh)	Wainwright (Dean-Luftkühlpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
ii)	Wainwright (Dean-Luftkühlpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
jj)	Wheeler (Luftpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
kk)	Wheeler (Luftkühlpumpe), » (1200 PS)
ll)	Wainwright, Oberflächenkondensator (1000 PS)
mm)	Knowles, Mischkondensator
nn)	Blake, »
oo)	Worthington, Mischkondensator
pp)	» »

qq) Wheeler (Conover-Luftpumpe), Oberflächenkondensator (800 PS)
rr) Blake, Mischkondensator
ss) Blake, 8″ × 12″ × 12″ (203 × 305 × 305 mm), Mischkondensator
tt) —
uu) —
vv) Davidson, 12″ × 20″ × 24″ (305 × 508 × 610 mm), Mischkondensator
ww) Wheeler (Knowles Luftpumpe), Oberflächenkondensator (400 PS)
xx) Blake, Mischkondensator
yy) Knowles, 7½″ × 15″ × 10″ (190 × 381 × 254 mm), Mischkondensator

7. Kühlpumpen für Oberflächenkondensatoren.

f) Worthington, 18½″ u. 29″ × 17″ × 18″ (470 u. 737 × 406 × 457 mm)
g) Worthington, 16″ u. 25″ × 15″ × 15″ (406 u. 635 × 381 × 381 mm)
h) Worthington, 14′ × 22″ × 15″ (356 × 559 × 381 mm)
i) » 12 × 14″ × 10″ (304 × 356 × 254 mm)
j) » 14″ × 19″ × 15″ (356 × 483 × 381 mm)
k) » 29″ × 20″ × 18″ (737 × 508 × 457 mm)
l) » 14″ u. 24½″ × 20″ × 18″ (356 und 622 × 508 × 457 mm)

8. Pumpwerke.

a) Worthington, 25″ u. 50″ × 27½″ × 36″ (635 u. 1270 × 698 × 914 mm); liegende Duplexpumpe; tägliche Leistung 12½ Millionen Gallonen [1])
b) Worthington, 30″ u. 60″ × 32″ × 60″ (762 u. 1514 × 813 × 1524 mm); stehende Duplexpumpe; tägliche Leistung 15 Millionen Gallonen
c) Worthington, 6″ u. 9½″ u. 15″ × 9½″ × 48″ (152 u. 141 u. 381 × 241 × 1219 mm); liegende Duplexpumpe; tägliche Leistung 5 Millionen Gallonen
d) Worthington, 2 Stück 15″ u. 33″ u. 57½″ × 22″ × 36″ (381 u. 838 u. 1460 × 559 × 914 mm); stehende Duplexpumpe; tägliche Leistung 7½ Millionen Gallonen
e) 2 Worthington-Feuerlöschpumpen, 16″ × 9½″ × 10″ (406 × 241 × 254 mm)

9. Luft-Kompressionsmaschinen.

71 Norwalk Iron Works 26″ × 30″ (406 × 762 mm)
72 » » » 20″ × 24″ (508 × 610 mm)
73 » » » 20″ × 24″ (508 × 610 mm)
74 » » » 16″ × 16″ (406 × 406 mm)
75 Rand Drill Co.
76 Ingersoll Sergeant

[1]) 1 amerikanische Gallone = 3,785 ltr.

Durch die Ausbildung der Elektrotechnik ist im Bau raschlaufender kleiner Dampfmaschinen sehr viel geleistet worden, und solche Maschinen sind hier mehr verbreitet als bei uns. Die raschlaufenden Maschinen für den erwähnten besonderen Zweck haben ihr Vorbild überwiegend in den Armington & Sims-Maschinen, die sich in der Ausstellung in vielen Dutzenden von Nachbildungen vorfinden. Variationen beschränken sich auf Einzelheiten und auf die Ausbildung von Verbundmaschinen. Immerhin ist dies das Feld, wo der amerikanische Dampfmaschinenbau thatsächliche Verbesserungen erzielt hat.

Hervorragende Leistungen auf diesem Gebiete sind insbesondere die Straight Line-Maschinen und die Ide-Maschinen, »Ideal« genannt, über die der Bericht des Hrn. Gutermuth nähere Mitteilungen bringen wird. Danebenher geht das Streben nach einem neuen Typus stehender raschlaufender Dampfmaschinen, wobei europäischer Einfluss und europäische Vorbilder eine grofse Rolle spielen. Dies geht schon aus meinem vorangegangenen Berichte über elektrische Zentralstationen [1]) hervor. Die Elektriker sind hier auf der Suche nach einer guten, allen Anforderungen entsprechenden und mäfsig raschlaufenden Maschine und haben sich mit ihren Experimenten zwar den europäischen Vorbildern genähert, sie aber noch lange nicht erreicht.

Als die verhältnismäfsig besten Maschinen dieser Art sind die von der Edison-Co. bei ihren Neubauten verwendeten zu betrachten, insbesondere die auf der Ausstellung vertretene neue Bauart stehender Dreifach-Verbundmaschinen (von der Southwark Foundry in Philadelphia gebaut) für den Betrieb zweier Edison-Dampfmaschinen. Diese Maschine ist in wesentlichen Teilen den europäischen am ähnlichsten. Hoch-, Mittel- und Niederdruckcylinder sind neben einander angebracht, jeder auf eine Kurbelkröpfung arbeitend. Die dreifach gekröpfte Welle ist zusammengebaut und in 6 Lagern gelagert. Die Lager bilden ein Stück mit einer gemeinsamen, aufserordentlich kräftig ausgebildeten Grundplatte von etwa 1 m Höhe. Diese Grundplatte enthält hinter den äufsersten Kurbellagern noch ein langes Traglager vor der Dynamomaschine.

An jedem Wellenende ist je eine Dynamomaschine angebracht, und zwar fliegend. Die Dampfcylinder sind durch gusseiserne Ständer einseitig unterstützt; diese Ständer tragen eingleisige Führungen, wie bei Schiffsmaschinen, und sind auf der vorderen Seite durch kräftige Säulen unterstützt. Die Dampfcylinder sind unter einander verschraubt und haben Corliss-Steuerung, mit den Schiebern in den Deckeln. Der Antrieb der Steuerung geschieht von Exzentern zwischen den Kurbelkröpfungen. Die Exzenter treiben eine Zwischenwelle und durch einen Hebel mit Kugelzapfen die Schwingscheibe an der Vorderfläche der 3 Cylinder.

Der mächtige Maschinenrahmen ist nach hiesiger Gewohnheit auf einem noch riesigeren Fundamentrahmen aufgebaut; letzterer bildet die starre Verbindung mit den Dynamomaschinen.

Es ist mir jedoch hier bis jetzt noch keine stehende raschlaufende Maschine so vollkommener Bauart vorgekommen, wie die auf der Frankfurter Ausstellung vertretenen [1]); insbesondere ist von den für die Ausbildung der raschlaufenden Maschine aufserordentlich wichtigen, von Collmann eingeführten Verbesserungen der Kraftaufnahme und -Ausgleichung im Triebwerk selbst noch keine Spur zu entdecken.

Aufser den erwähnten beiden grofsen Betriebsmaschinen der Allis-Co. und von Fraser & Chalmers und einigen kleineren Corliss-Maschinen bietet die Ausstellung auf dem Gebiete des Grofsdampfmaschinenbaues in der amerikanischen Abteilung nichts Bemerkenswertes. Stehende Maschinen sind stark vernachlässigt, hauptsächlich der Kosten wegen. Sie finden fast nur für Wasserwerke und erst in der neueren Zeit in Lichtwerken Anwendung.

Ueber Neuerungen und Fortschritte in den Einzelheiten auf konstruktivem Gebiete wüsste ich europäischen Fachgenossen nichts Hervorragendes mitzuteilen, auch auf demjenigen Gebiete nicht, wo ich im Laufe der letzten Jahre die willkommene Gelegenheit hatte, Mitarbeiter beim Bau gröfserer Maschinenanlagen zu sein, wobei ich die Verhältnisse viel genauer kennen lernen konnte, als dies durch Ausstellungen und selbst ausgedehnte Studienreisen überhaupt möglich ist. Ich kann mich nicht entschliefsen, über Einzelheiten zu berichten, welche erfahrene europäische Fachgenossen kennen und selbst besser zu machen gewohnt sind.

Aus dem Vorangegangenen geht hervor, weshalb ich absichtlich nur wenig über Ausstellungsmaschinen berichte. Es

[1]) Z. 1893 S. 436.

[1]) Z. 1891 S. 1359 u. f.

liefsen sich ja auch über die Chicagoer Ausstellung schwungvolle Worte schreiben und viele Beschreibungen und Zeichnungen über die konstruktiven Gebiete beibringen; gegenüber dem bereits allgemein Bekannten könnte aber nur wenig Neues geboten werden, und ich glaubte den Fachgenossen besser zu dienen, wenn ich über Maschinenanlagen im Lande und über amerikanische Betriebe in den vorangegangenen Berichten Mitteilung machte. Dabei konnten sowohl die Betriebs- und örtlichen Verhältnisse genügend gewürdigt als auch die Einzelheiten der Maschinen gekennzeichnet werden. Die Maschinen

Fig. 9. Maschinenrahmen. E. P. Allis Co.

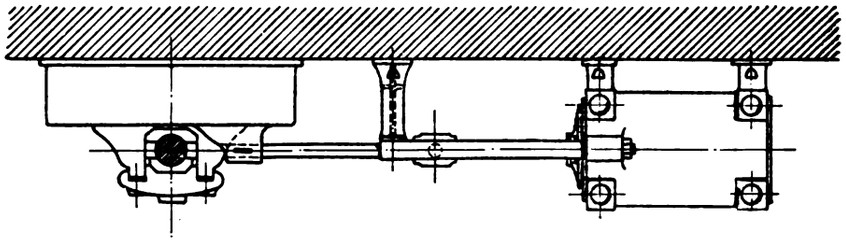


Fig. 10 bis 20. 2000 PS-Vierfach-Verbundmaschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee.

Fig. 10 und 11. Allgemeine Anordnung. Mafsstab 1:100.

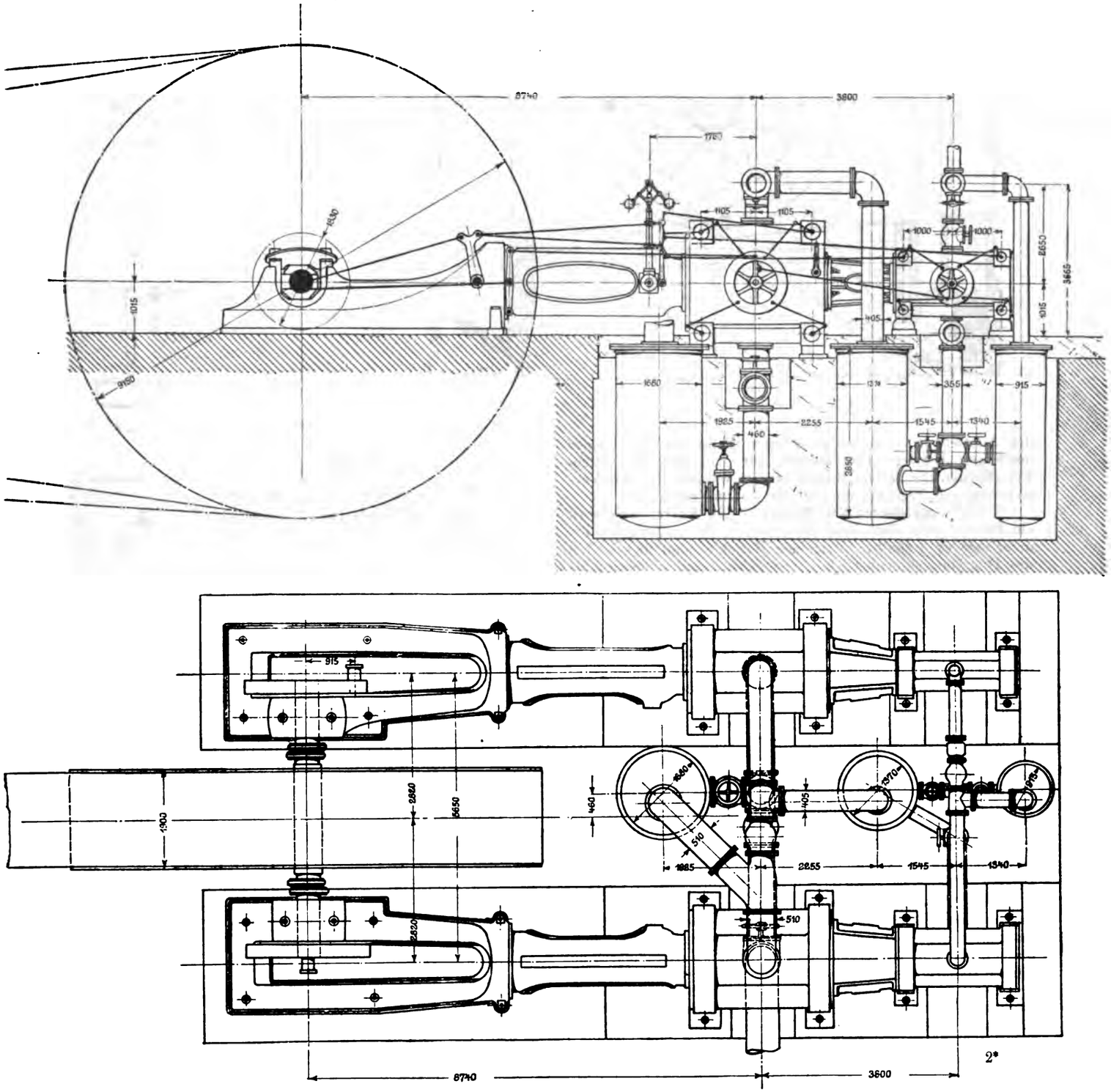


Fig. 12.

Steuerung des Niederdruckcylinders.
Mafsstab 1 : 25.

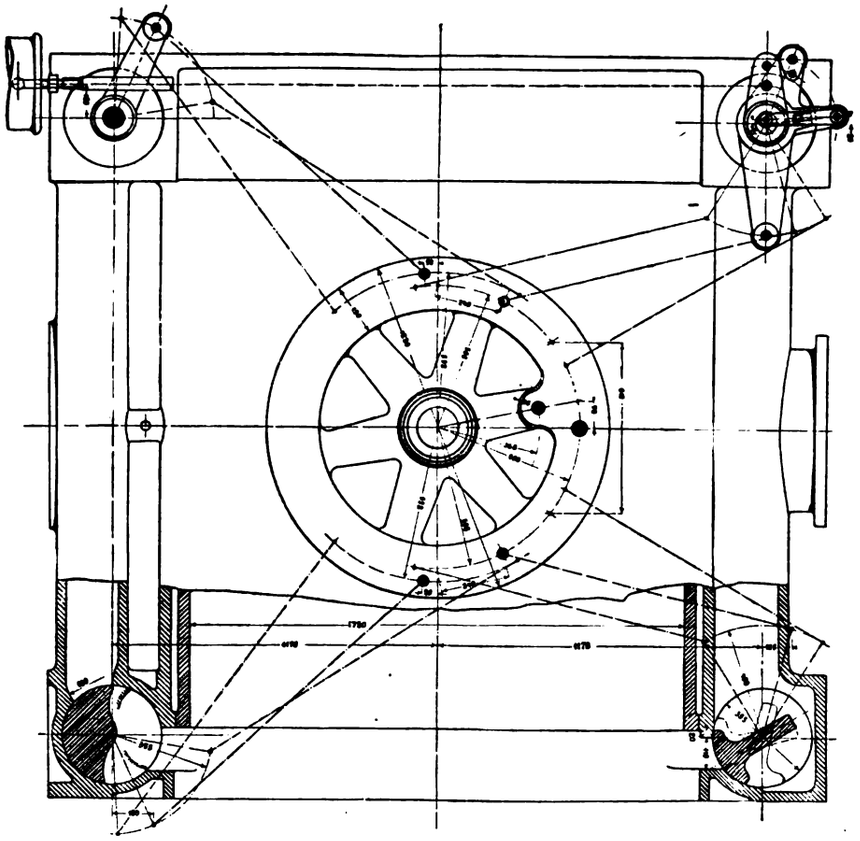
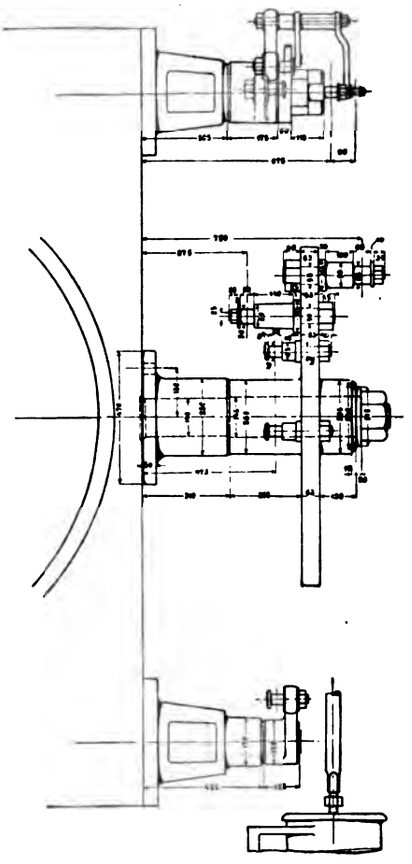


Fig. 13.

Seitenansicht des Steuerungsantriebes.
Mafsstab 1 : 25.



der Ausstellung sind im günstigsten Falle nur Teile jener mächtigen Betriebe und konnen nur von dem mit vollem Verständnis und vollem Nutzen studirt werden, der ihre Verwendung und Eigenart im Betriebe kennen lernt.

Ueber Einzelheiten der Riemen- und Seiltriebe wird ein Bericht von Hrn. Prof. Reichel noch nachfolgen; ich unterlasse es deshalb, in meinen Berichten auf diesen Teil des Dampfmaschinenbetriebes einzugehen, um so mehr, als mehrere der eigentümlichsten Betriebsanlagen nicht ausschliefslich den Dampfmaschinen, sondern hydraulischen Motoren, dem Mühlenbetrieb u. dergl. angehören.

In den beiden Plänen, Fig. 7 und 8, ist die südliche Hälfte der Maschinenhalle im Grundriss dargestellt, in welcher die Betriebsmaschinen für die Beleuchtungsanlage der Ausstellung aufgestellt sind. Aus den Zeichnungen und nachstehenden Verzeichnissen ergeben sich die Zahl und die Lage der Maschinen und die Namen der Aussteller. Die nördliche Hälfte der Halle ist aus dem Gesamtplane der Maschinenhalle auf Textblatt 1 ersichtlich und enthält aufser den Dampfmaschinen von F. Schichau in Elbing und den Lokomobilen von R. Wolf in Buckau eine Dampfmaschine von Galloway in Manchester, England, und einige kleinere Corliss-Maschinen. Aufserdem sind mehrere Dampfmaschinen in der Bergbauabteilung enthalten, und eine bedeutende Dampfmaschinenausstellung ist mit der Kraftanlage für den Betrieb der elektrischen Hochbahn verbunden.

Die Allis Co., Milwaukee, hat auf der Ausstellung aufser der grofsen 2000 pferd. Maschine noch die Betriebsmaschinen der elektrischen Hochbahn, gewöhnliche Verbundmaschinen, und aufserdem eine liegende Verbundmaschine älterer Bauart ausgestellt.

Letztere ist durch Folgendes gekennzeichnet: die Fabrik baute ihre Maschinen früher, mit Rücksicht auf leichtere Ausführbarkeit und bequeme Transportfähigkeit, mit freistehendem Kurbellager in einem geschlossenen Lagerbock.

Fig. 14. Ausklinkvorrichtung. Mafsstab 1 : 25.

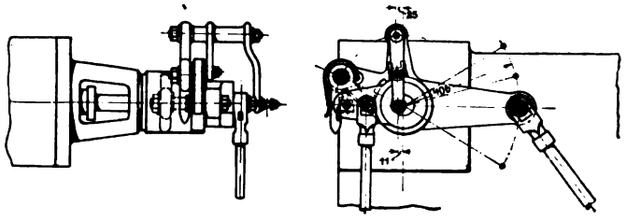


Fig. 15.

Querschnitt durch das Maschinenbett mit angeschlossenem Regulator.
Mafsstab 1 : 30.

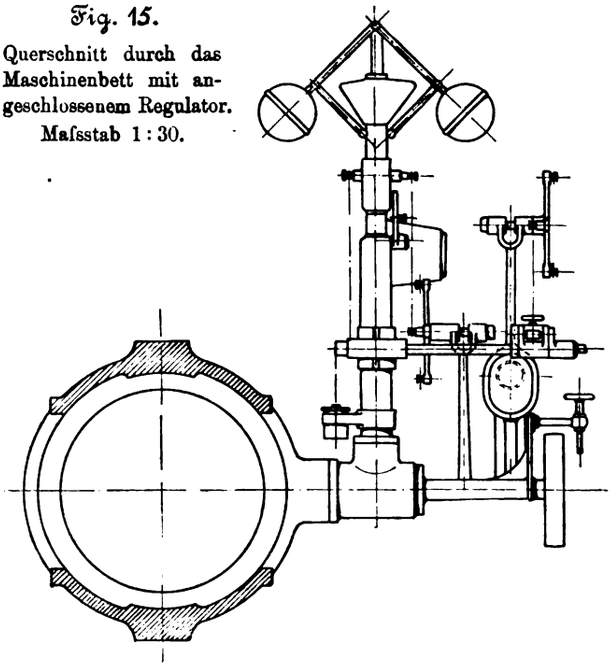
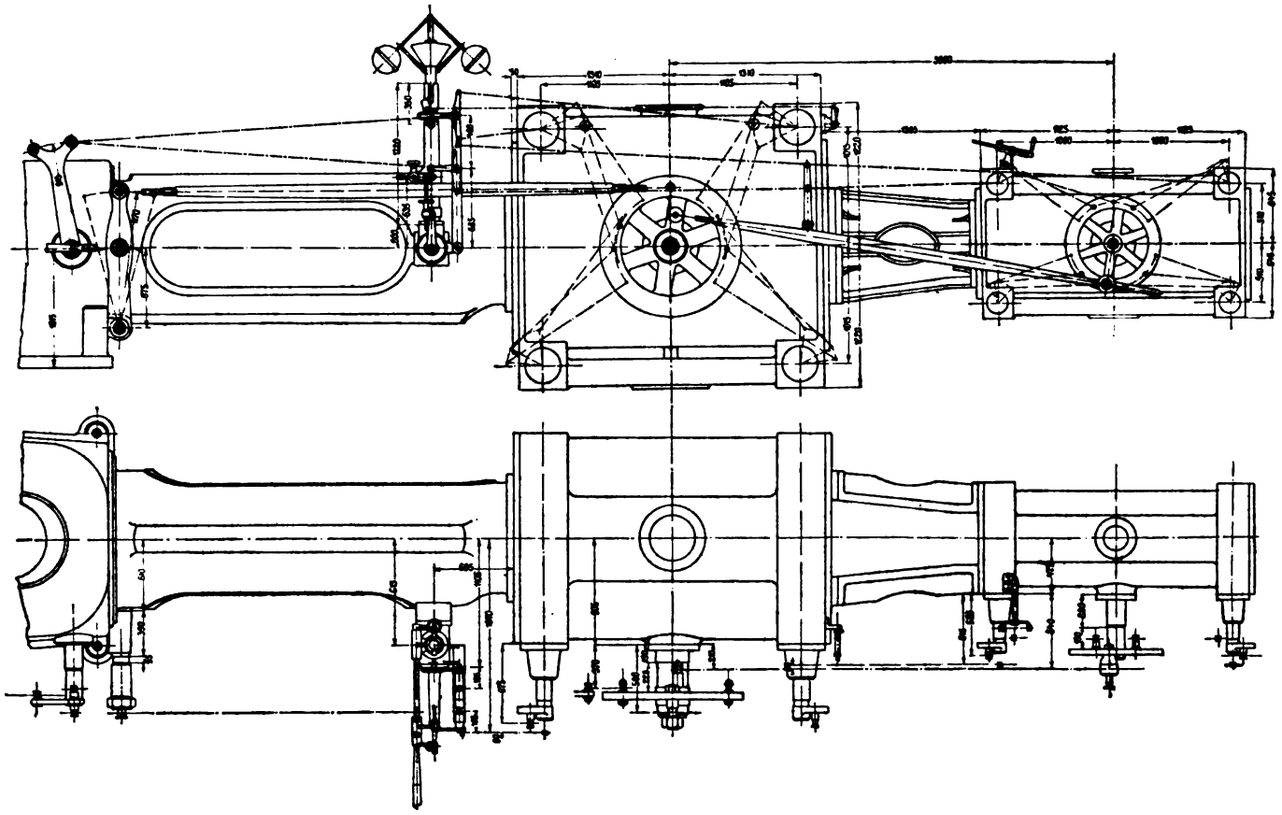
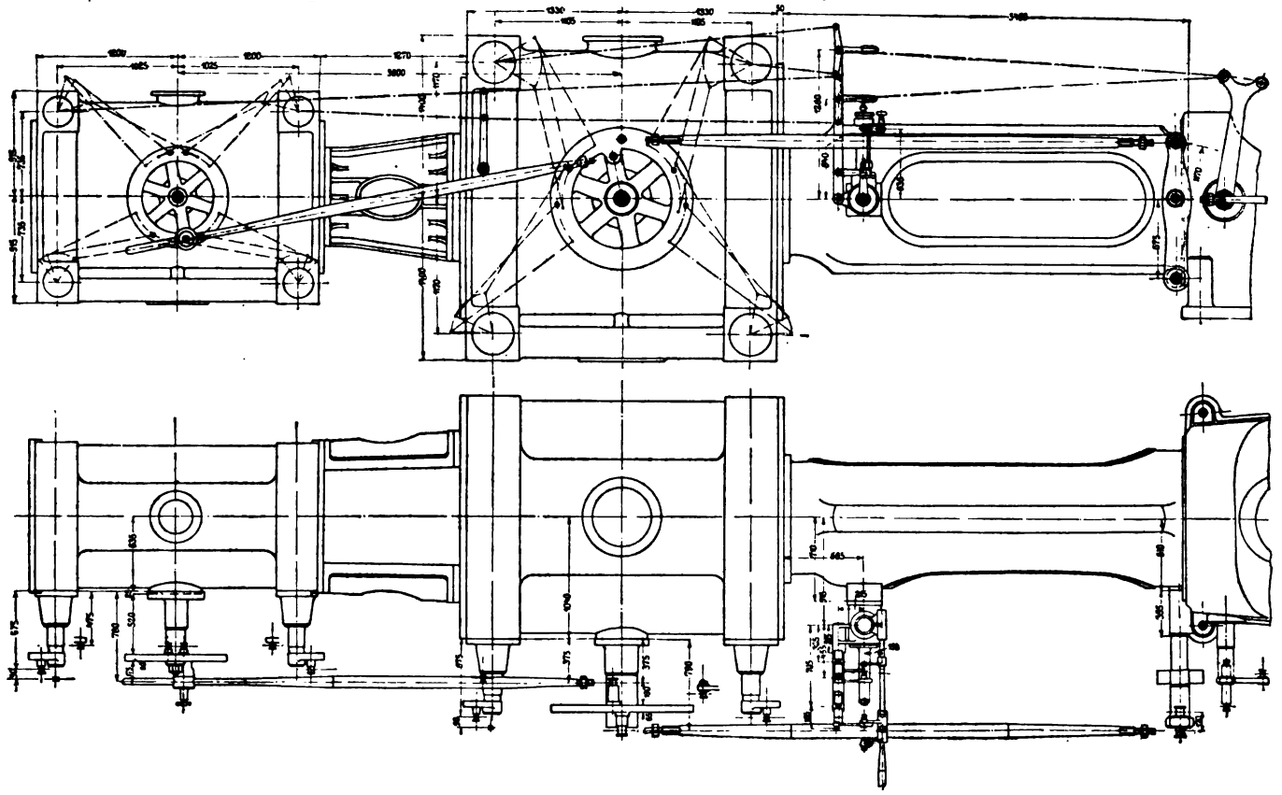


Fig. 16 und 17.

Steuerung für Hochdruck- und zweiten Mitteldruckcylinder. Mafsstab 1:60.



Steuerung für Niederdruck- und ersten Mitteldruckcylinder. Mafsstab 1:60.



Mit diesem Kurbellager sind die Dampfcylinder durch die schmiedeisernen Stangen starr verbunden, Fig. 9. Diese Stangen sind eckig und nehmen die Gleisführung für den Kreuzkopf auf. Die Verbindungsstangen sind mit dem Kurbellager verkeilt und mit dem Dampfcylinder durch Flansche verschraubt, Fig. 9.

Die Luftpumpe wird bei dieser Maschine vom Kreuzkopf durch Lenker auf einen schweren gusseisernen Hebel und

Fig. 18 bis 20. Rohrleitungen und Kondensator. Mafsstab 1 : 100.

Fig. 18.

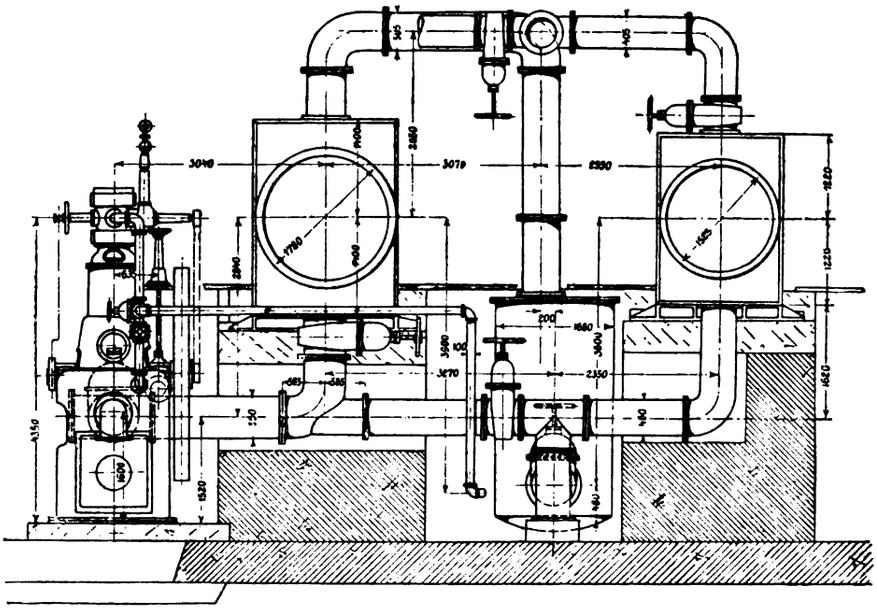
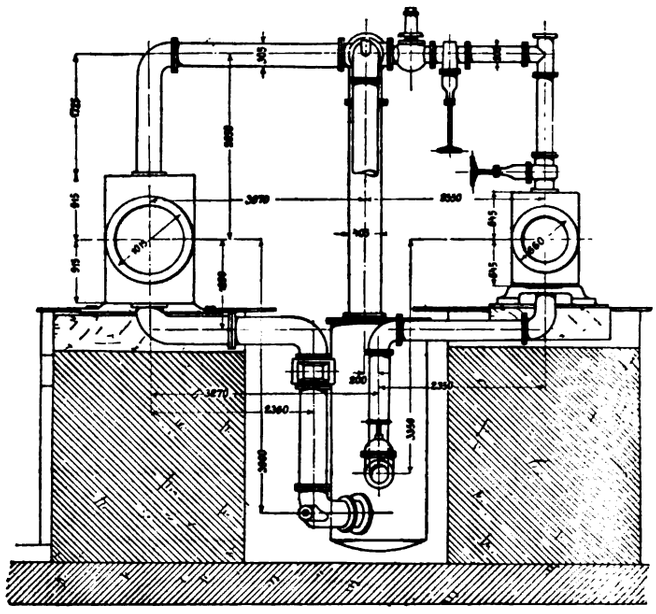


Fig. 19.



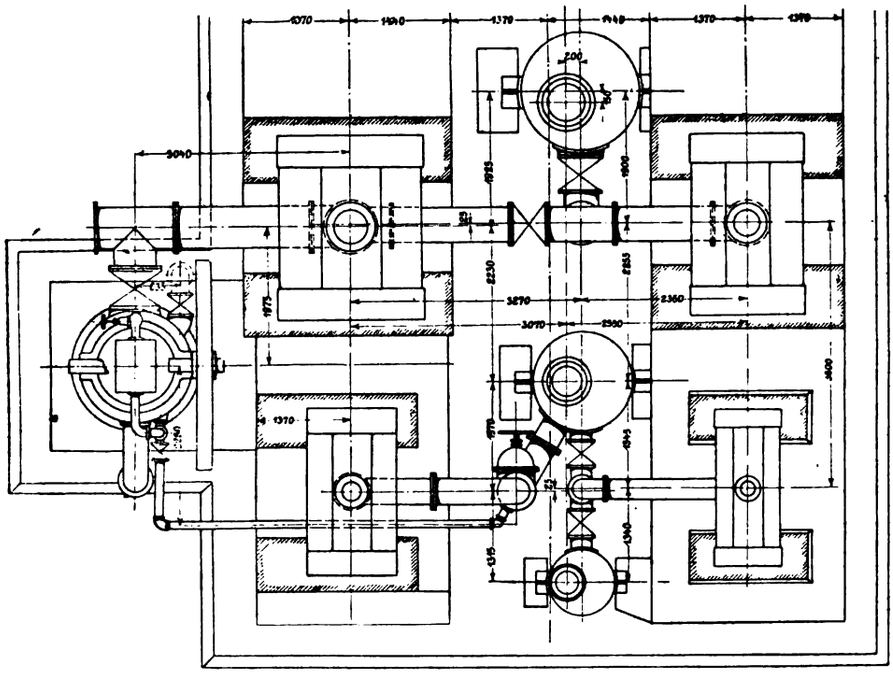


Fig. 20.

auf eine unter der Führung nach auswärts gerichtete schwere Uebertragungswelle angetrieben.

Der grofse gusseiserne Antriebshebel der Luftpumpe ist auf die Welle nicht aufgekeilt, sondern auf einen angeschmiedeten Flansch eingeschraubt.

Die Luftpumpen sind unter dem Fundament aufgestellt und werden durch einen mit der Welle aus einem Stück geschmiedeten Hebel angetrieben.

Das innere Lager der Uebertragungswelle ist ohne starre Verbindung mit der Maschine oder Luftpumpe ausgeführt.

Die Rohrleitung zwischen Hoch- und Niederdruckcylinder ist sehr umständlich. Das Dampfrohr läuft erst senkrecht aufwärts, dann in zwei scharfen Krümmern abwärts zum Absperrventil am oberen Ende des Hochdruckcylinders. Das Auspuffrohr vom Auslasschieber geht senkrecht abwärts in einem Schlitz hinter dem Hochdruckcylinder, mit weiteren 2 Krümmern in das vordere Ende des Aufnehmers, der zwischen beiden Cylindern liegend an der Maschinenachse angebracht ist. Vom Aufnehmer führt das Ueberströmungsrohr senkrecht aufwärts und mit zwei Krümmern zum oberen Ende des Niederdruckcylinders, das Auspuffrohr vom unteren Ende dieses Cylinders in 4 Krümmern zum Kondensator.

Aufserdem ist eine Hilfsüberströmung am Hochdruckcylinder angebracht, welche das Hochdruckdampfrohr unmittelbar mit dem Niederdruckcylinder verbindet und 2 Absperrschieber enthält. Ein dritter Absperrschieber ist im Auspuffrohr angebracht.

Ebenso wenig übersichtlich ist die Anordnung der Heizungs- und Entwässerungsröhren der Maschine, deren einziger Vorzug für die Ausführung ihr grofser Durchmesser ist.

Die Corliss-Schieber sind, wie hier üblich, in geringer Masse und Wandstärke hohl gegossen. Die Schieber werden nicht durch ein durchgehendes Blatt angefasst, sondern durch einen flachen Mitnehmer an der Spitze des Rundschiebers.

Am Kurbellager sind die oberen und unteren Schalen achteckig eingepasst und die Seitenschalen durch Druckkeile stellbar. Die Verankerung des Kurbelrahmens in der Nähe der Kurbellager ist ungewöhnlich schwach. Hinter dem Kurbellager ist eine einzige Fundamentschraube und von hier bis zum Ende des Rahmens, dort wo die Führung anschliefst, keine andere Fundamentschraube vorhanden.

Besondere Zeichnung dieser Maschine ist, gegenüber der folgenden Darstellung der grofsen Maschine, entbehrlich.

2000 PS-Vierfach-Verbundmaschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee.

Die allgemeine Anordnung dieser Allis-Maschine ist aus Fig. 10 und 11 ersichtlich. Fig. 10 ist eine Seitenansicht mit Darstellung der Dampfwage vom Hochdruckcylinder durch die Aufnehmer hindurch zu den einzelnen Dampfcylindern; aufserdem zeigt diese Figur die allgemeine Anordnung der Steuerung und den Zusammenhang mit dem Regulator. Die

Ueberströmungsröhren und deren Absperrung, welche den Betrieb jeder Maschinenhälfte als Verbundmaschine gestattet, sind aus den später folgenden Querschnitten ersichtlich.

Fig. 12 zeigt die äufsere Anordnung der Steuerung, und zwar für den Niederdruckcylinder, sowie einen Teil des Cylinderquerschnittes und der Schieberanordnung.

Fig. 13 zeigt die Seitenansicht des Steuerungsantriebes, Fig. 14 die dazu gehörige Ausklinkvorrichtung, welche bei allen vier Cylindern gleichartig durchgebildet ist.

Fig. 15 ist der Querschnitt durch das Maschinenbett mit angeschlossenem Regulator. Die Bewegung des Regulators wird durch zwei von einander unabhängige Gestänge auf Hoch- und Niederdruck- bezw. Mitteldruckcylinder übertragen. Die Art der Uebertragung ist aus der Seitenansicht und dem Grundriss, Fig. 16 und 17, zu ersehen. Fig. 16 zeigt den Zusammenhang von Hoch- und zweitem Mitteldruckcylinder, welche, »Tandem« hinter einander aufgebaut, die eine Maschinenhälfte ausmachen; Fig. 17 die Anordnung des ersten Mitteldruck- und des Niederdruckcylinders, welche die zweite Maschinenhälfte bilden; daneben enthalten die Figuren Steuerung für Hochdruck- und zweiten Mitteldruckcylinder, sowie die für Niederdruck- und ersten Mitteldruckcylinder.

Fig. 19 zeigt den Grundriss der 4 Dampfcylinder mit Ueberströmungsrohren und Zwischenbehältern; aufserdem den Grundriss der seitlich in einer Fundamentvertiefung aufgestellten unabhängigen Kondensatormaschine. Die Einzelheiten der Rohrleitungen und der Verbindungen mit dem Kondensator sind aus Fig. 18 und 20 erkenntlich.

Aus den vorstehenden Skizzen dieser Maschine ergiebt sich zugleich das Wesentliche und Eigenartige ihrer Einzelheiten. Die Maschine ist so aufgestellt, dass der Hochdruckcylinder (26″ = 660 mm) und der zweite Mitteldruckcylinder (60″ = 1524 mm) links, der erste Mitteldruckcylinder (40″ = 1016 mm) und der Niederdruckcylinder (70″ = 1778 mm) rechts zu liegen kommen. Die grofsen Cylinder sind unmittelbar mit dem Maschinenrahmen verbunden. Der aufsen liegende Hochdruckcylinder auf der rechten Seite und der erste Mitteldruckcylinder auf der linken Seite sind durch eine Laterne starr mit den davor liegenden Cylindern verbunden.

Das Kurbellager ist ein mächtiger, geschlossener Rahmen, der durch ein Zwischenstück, welches die Rundführung enthält, zentrisch und starr mit den grofsen Dampfcylindern verbunden ist. Diese ruhen mit den unteren Schieberkasten unmittelbar auf dem Fundament, und zwar sind alle Dampfcylinder, auch die hinten liegenden, starr unter sich und mit dem Fundament verschraubt. Es ist daher keine regelrechte Ausdehnung der Maschine bei Erwärmung möglich, die Ausdehnung muss sich nach irgend einer anderen Seite hin Luft machen.

Der Antrieb der Steuerung erfolgt von der Schwungradwelle aus durch Exzenter auf radförmig ausgebildete Schwingscheiben der vorderen Cylinder und durch Kupplungsstangen auf die Schwingscheiben der rückwärts liegenden Dampfcylinder. Alle 4 Cylinder haben Corliss-Steuerung, alle sind auch mit Ausklinkung und selbstthätiger Einwirkung durch den Regulator versehen. Die Aufnehmer sind zwischen den einzelnen Cylindern im Fundament, und zwar stehend, angeordnet.

Der früher angegebenen Cylinderanordnung entsprechend, strömt der Dampf quer vom Hochdruckcylinder zum ersten Mitteldruckcylinder, dann diagonal nach vorwärts zum zweiten Mitteldruckcylinder, dann wieder quer zum Niederdruckcylinder. Die Auspuffröhren sind von den Corliss-Cylindern nach abwärts in die Aufnehmer und die Zuströmungsröhren von den Aufnehmern nach aufwärts geführt und in einer nicht sehr schönen Weise nach der Oberseite der Dampfcylinder. Alle diese oben liegenden Ueberströmungsröhren sind mit Absperrschiebern versehen, um die einzelnen Cylinder im Bedarfsfalle ausschalten zu können.

Aus dem Niederdruckcylinder strömt der Dampf in den Kondensator, welcher neben der Dampfmaschine aufgestellt ist und eine unabhängig angetriebene Luftpumpe enthält. Die Luftpumpmaschine ist eincylindrig, senkrecht, ebenfalls mit Corliss-Steuerung und selbstthätiger Regulirung versehen und weiter unten in Skizze dargestellt.

Die Dampfmaschine treibt mit einem mächtigen Riemenschwungrad, über welches später noch Angaben folgen, durch 2 Riemen, die über einander laufen, 2 Dynamomaschinen, jede von 1000 PS.

Dreifach-Verbundmaschine von Fraser & Chalmers, Chicago.

Die allgemeine Anordnung zeigen die Seitenansicht Fig. 21 und der Grundriss Fig. 22. Die Maschine hat einen Hochdruckcylinder von 20″ = 508 mm, einen Mitteldruckcylinder von 34″ = 864 mm, 2 Niederdruckcylinder von 34″ = 864 mm bei 60″ = 1524 mm gemeinsamem Hub. Die Maschine hat bei 60 Min.-Umdr. und 150 Pfd. = 10,5 kg/qcm Dampfdruck

Fig. 21 bis 26.
1000 PS-Dreifach-Verbundmaschine von Fraser & Chalmers, Chicago.

Fig. 21.
Seitenansicht. Mafsstab 1 : 100.

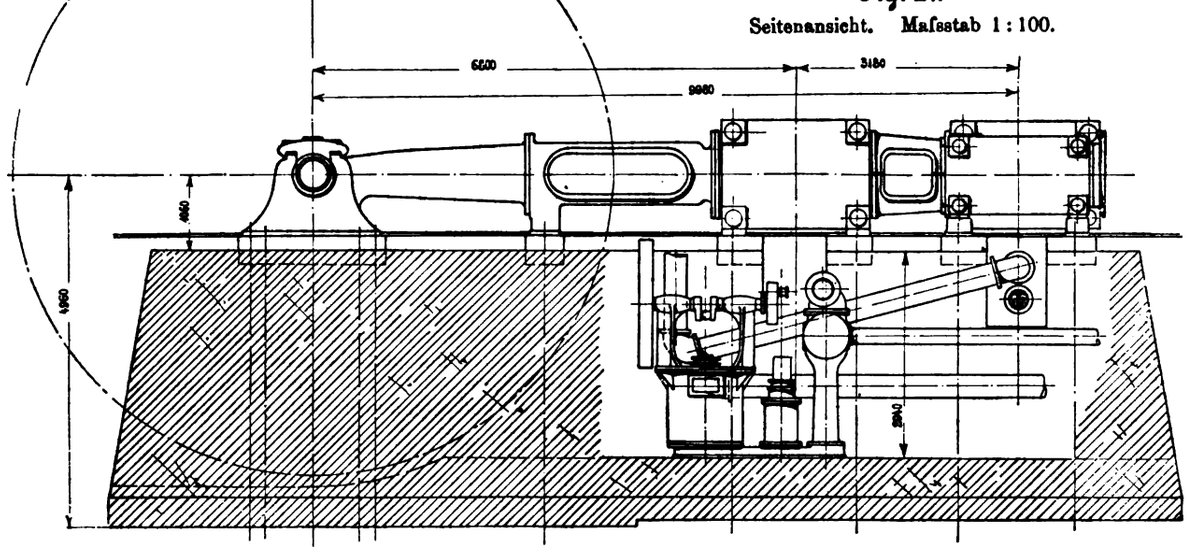
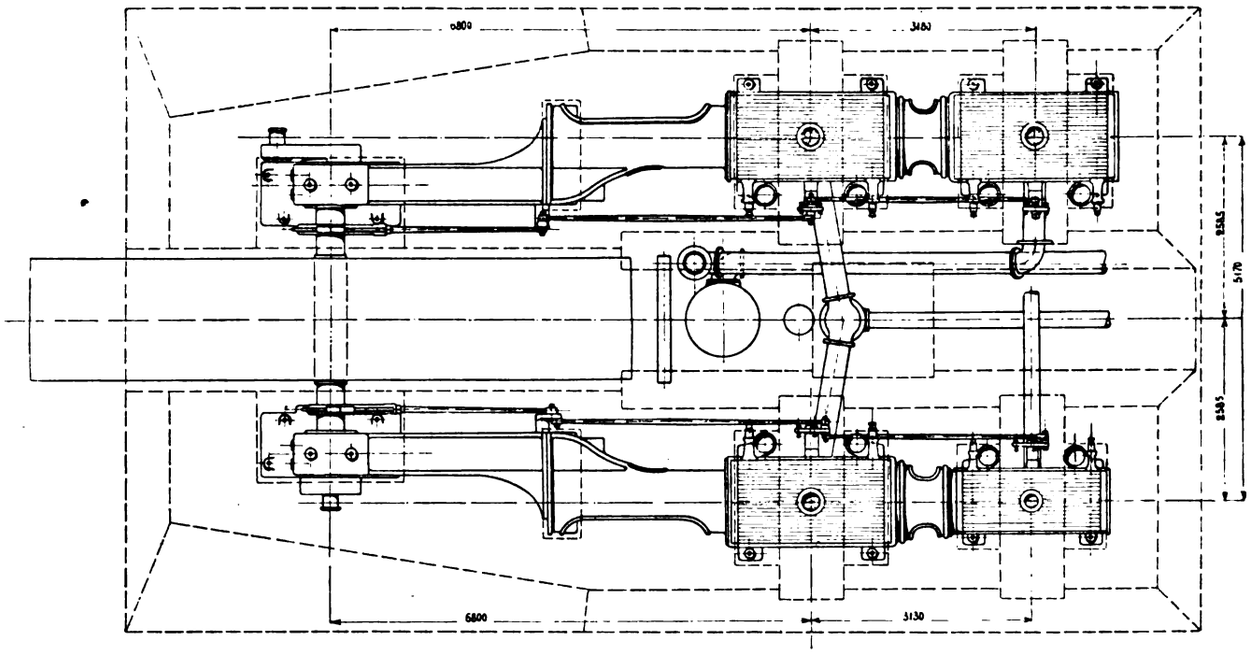


Fig. 22.

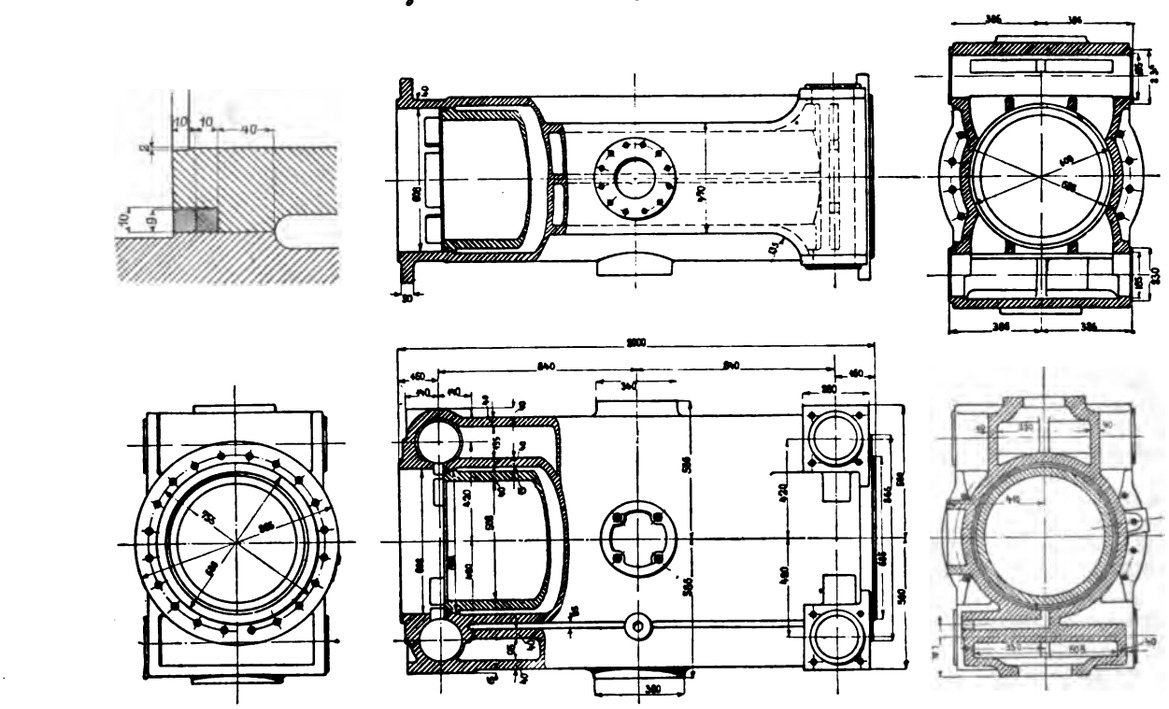
Grundriss. Mafsstab 1 : 100.



1000 PS zu entwickeln. Die Veranlassung zu dieser Cylinderteilung war das Bestreben, Druck und Arbeit möglichst gleich zu verteilen, und die Möglichkeit, hierdurch die beiden Niederdruckcylinder und den einen Mitteldruckcylinder gleich grofs zu machen und auch die äufsere Steuerung gleichartig auszuführen.

Die Einzelheiten der Maschine, soweit sie wesentlich sind, sind in Fig. 23, 24 und 25 dargestellt. Fig. 23 zeigt

Fig. 23. Hochdruckcylinder. Mafsstab 1 : 30.



diejenigen des Hochdruckcylinders, die Cylindermäntel und deren Dichtung und die Anordnung der Dampfkanäle. Die Detailfigur zeigt auch die Verbindung zwischen Cylinderdeckel und Cylindermantel zum Zwecke der Heizung des ersteren.

Fig. 24 zeigt die gleichartigen Einzelheiten des Mitteldruck- und der Niederdruckcylinder, Fig. 25 die Anordnung der äufseren Steuerung und teilweisen Cylinderschnitt mit Schiebern für Mitteldruck- und Niederdruckcylinder, Fig. 26 die Einzelheiten der Steuerungsschieber.

Fig. 24. Niederdruckcylinder. Maßstab 1 : 30.

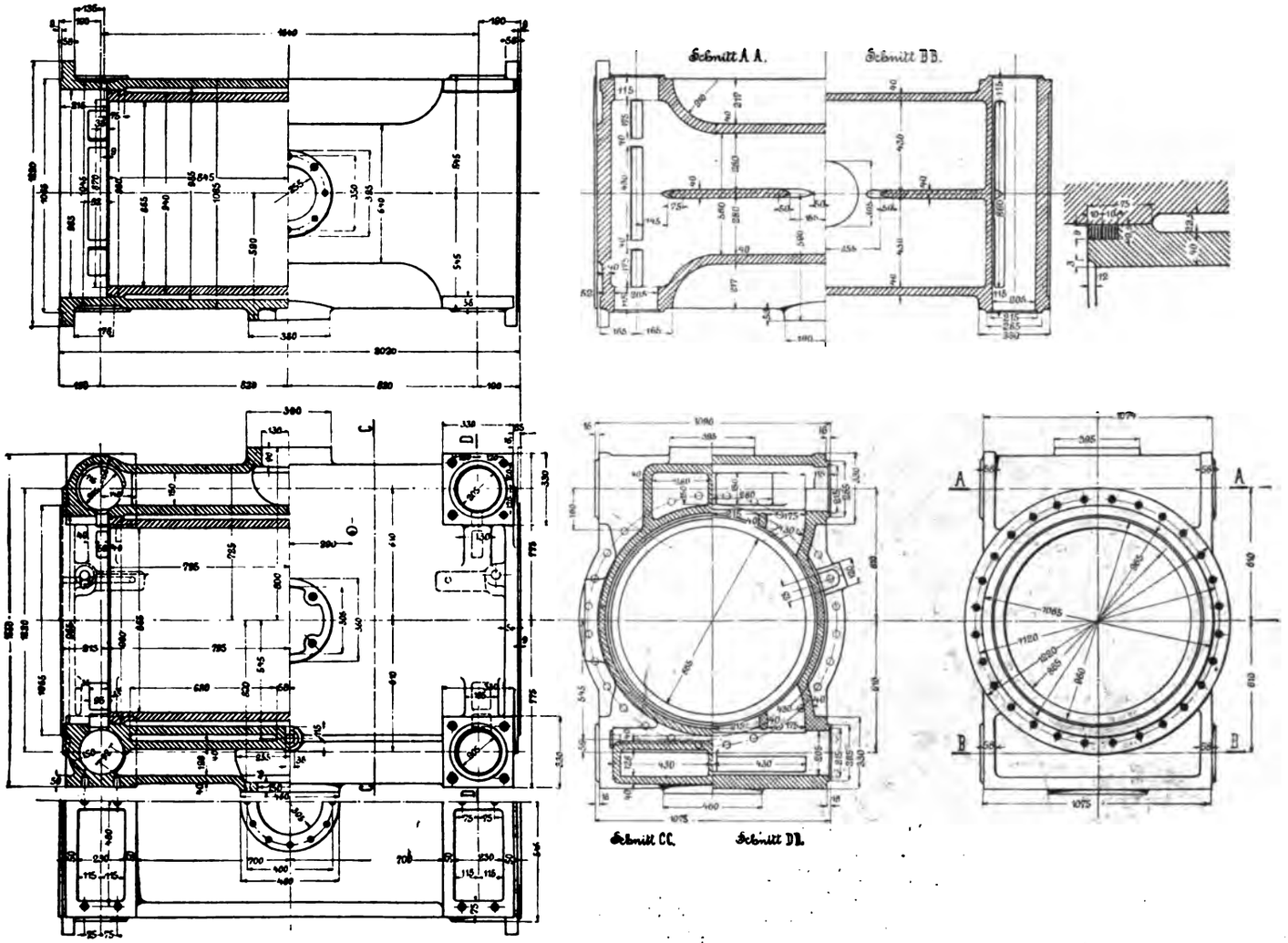
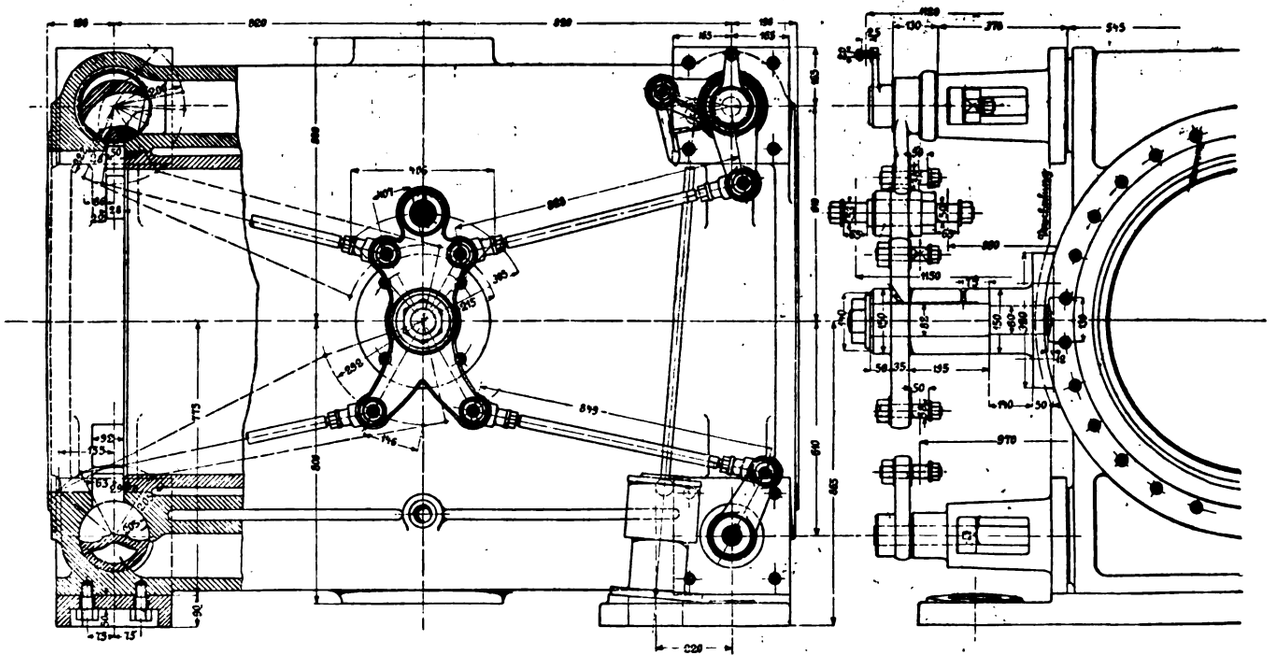


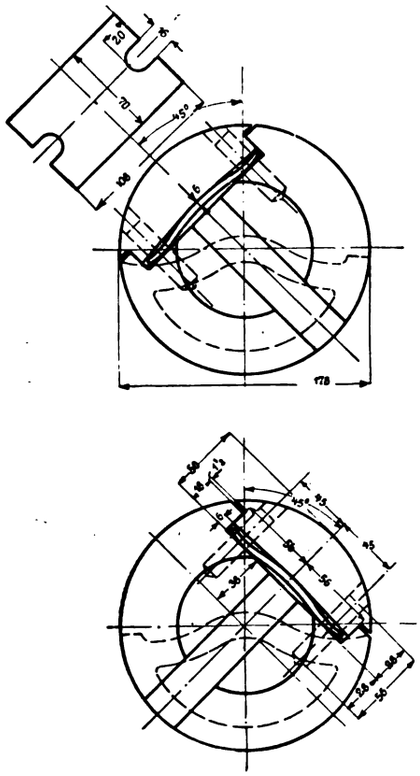
Fig. 25.
Anordnung der äußeren Steuerung. Maßstab 1 : 20.



Die Maschine wird selbstthätig durch den Regulator beherrscht unter Einwirkung auf die Ausklinkung am Hochdruckcylinder. Der Mitteldruck- und die Niederdruckcylinder haben gleichfalls Corliss-Steuerung mit Ausklinkung, jedoch erfolgt die Einwirkung nicht unmittelbar durch den Regulator zu gleicher Zeit wie beim Hochdruckcylinder, sondern es ist beabsichtigt, diese Ausklinkung nur dann eintreten zu lassen,

Fig. 26.

Einzelheiten der Steuerungsschieber.
Maßstab 1 : 5.



wenn grofse Kraftschwankungen auftreten. Es wird hierbei angenommen, dass bei grofsen Kraftänderungen die Regulatorkugeln rasch auf- oder abgehen, infolgedessen im Oelkatarakt des Regulators eine gröfsere Pressung als normal auftritt, und dieser Ueberschuss an Pressung wird dazu benutzt, durch ein Stellzeug die Füllung im Mitteldruck- und in den beiden Niederdruckcylindern zu verändern.

Die Maschine ist in der Ausstellung mit getrenntem Kondensator und getrennter Luftpumpmaschine von Conover (s. Fig. 37) aufgestellt; letztere dient aber nur als Ausstellungsobjekt. In der Regel wird die Maschine mit Kondensator, von der Maschinenkurbel angetrieben, ausgeführt.

Einzelheiten ähnlicher kleinerer Maschinen derselben Firma, in der Bergbauabteilung ausgestellt, sind dargestellt in Fig. 27: Hochdruckcylinder, Fig. 28: Niederdruckcylinder, Fig. 29: gusseiserne Kurbelscheibe, Fig. 30: Balkenbett, zu einer kleinen Maschine normaler Bauart gehörig. Diese Einzelheiten lassen die typische Bauart solcher Maschinen erkennen.

Eine hervorragende Ausstellung von Dampfmaschinen bietet die südlich von der Forstausstellung angelegte grofse

Kraftanlage für die elektrische Hochbahn in der Ausstellung.

Die Hochbahn auf der Chicagoer Ausstellung ist von der General Electric Co. ausgeführt. Die Länge beträgt $3^1/_2$ Meilen (5,6 km) mit Doppelgleis und Umkehrschleifen auf den beiden Endstationen. Die gröfste Steigung ist $1^1/_2$ pCt.

Das rollende Material für die elektrische Hochbahn sind 10 Züge, jeder aus 4 Wagen bestehend. Der erste ist der Motorenwagen und enthält 4 Motoren von je 133 PS.

Fig. 27 bis 30.
Einzelheiten kleinerer Verbundmaschinen von Fraser & Chalmers.

Fig. 27.

Hochdruckcylinder. Maßstab 1 : 20.

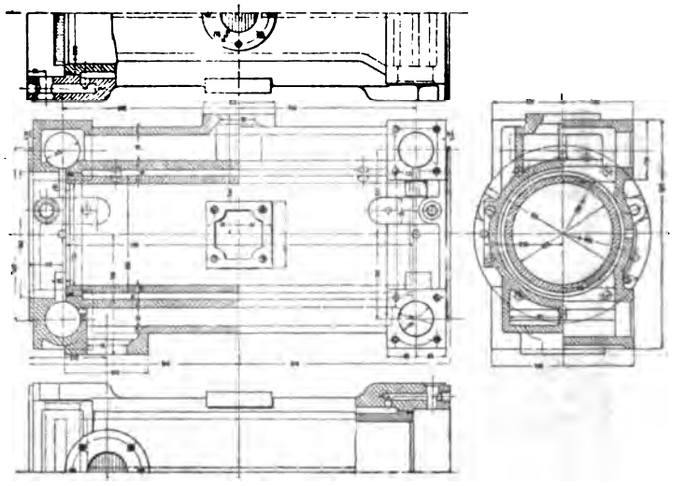


Fig. 28.

Niederdruckcylinder. Maßstab 1 : 40.

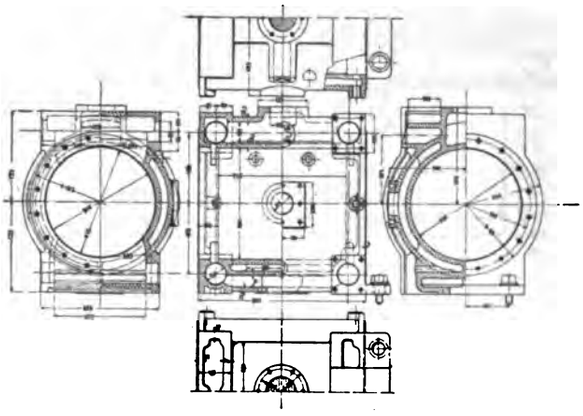
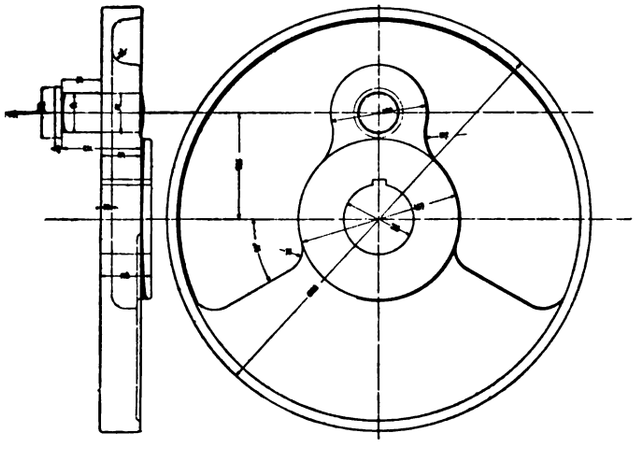


Fig. 29.

Gusseiserne Kurbelscheibe. Maßstab 1 : 20.



Die Kraftstation dient für den regelrechten Betrieb der Ausstellungsbahn zur Beförderung der Ausstellungsgäste zwischen den einzelnen Gebäuden, wofür bei der bedeutenden Entfernung ein grofses Bedürfnis vorliegt. Aufserdem ist die Kraftstation ein Ausstellungsgegenstand ersten Ranges.

Der Querschnitt durch Maschinen- und Kesselhaus ist in Fig. 31, der Grundriss der Maschinenanlage in der Skizze Fig. 32 dargestellt. Im Kesselhause sind zehn 200pferdige Wasserrohrkessel aufgestellt, die im Bedarfsfalle auf zusammen 5000 PS gesteigert werden können. Zwischen dem Schornstein von 30 m Höhe, 3 m Dmr. und den Kesseln sind zwei Batterien Greenscher Vorwärmer aufgestellt. Der Wasserbedarf der Kraftstation wird unmittelbar aus dem See durch eine 90 m lange Rohrleitung von 457 mm Dmr. entnommen. Die Kondensatoren pumpen das Warmwasser wieder in den See zurück. Zum Betriebe der Kesselanlage wird nur Oel verwendet; die Anlage dient gleichzeitig zur Ausstellung verschiedener Systeme von Oelbrennern.

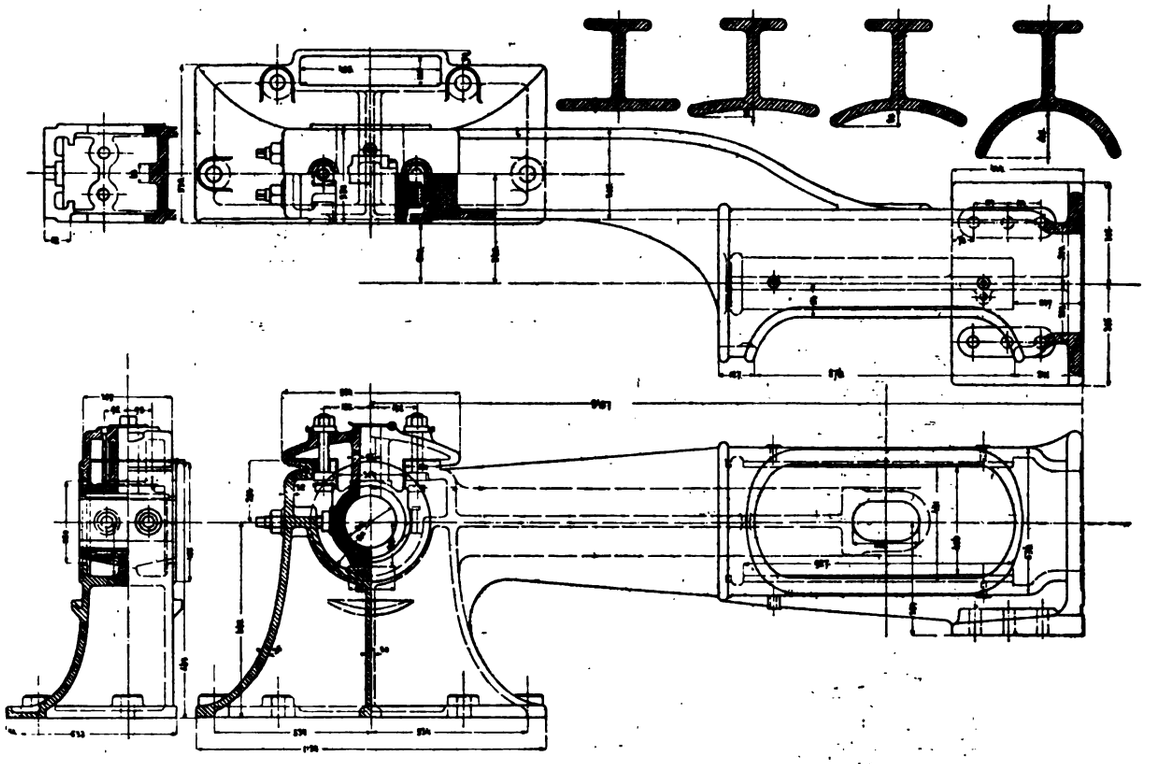
Die Maschinenhalle von 26,5 m Breite und 42,7 m Länge enthält eine Ausstellung verschiedener Betriebsmaschinen, und zwar:

die gröfste Maschine (2000 PS), von der E. P. Allis Co. in Milwaukee, Verbundmaschine mit Kurbeln unter 90°; sie treibt unmittelbar einen 1500 Kilowatt-Thomson-Houston-Generator an. Die Dynamomaschine gilt als die gröfste im Lande. Die Armatur wiegt 65 t und ist auf einer Welle von 610 mm Dmr. angebracht.

Am einen Ende des Gebäudes ist eine 750 pferdige Tandem-Verbundmaschine der Allis Co. aufgestellt, welche eine 500 Kilowatt-Thomson-Houston-Maschine ohne

Fig. 30.

Balkenbett. Mafsstab 1 : 25.



Vorgelege antreibt, und zwar freitragend am äufseren Ende der Schwungradwelle.

Zwischen dieser und der grofsen Maschine ist eine 750 pferd. Hammond-Williams-Verbundmaschine stehender Bauart aufgestellt, welche direkt einen 500 Kilowatt-Generator antreibt.

Am entgegengesetzten Ende des Gebäudes ist eine 750-pferdige Greensche Tandem-Maschine von der Providence Steam Engine Co. aufgestellt, welche durch Riemenübersetzung einen 500 Kilowatt-Generator antreibt. Zwischen diesem und der grofsen Allis-Maschine steht eine 400 pferdige Tandem-Verbundmaschine von Mc. Intosh & Seymour in Albany, unmittelbar einen 200 Kilowatt-Generator antreibend.

Die Kondensatoren und sämtliche Pumpen sind in einem Einschnitt unter der Maschinensohle zwischen Maschine und Kessel aufgestellt, der grofse Einschnitt ist offen gelassen, und eine Gallerie läuft an der Längswand des Maschinenraumes auf beiden Seiten durch, sodass die Besucher die Maschinen- und die Kesselanlage frei überblicken können. In diesem Kondensatoreneinschnitt sind zwei vertikale unabhängige Kondensatoren der Allis Co. (Fig. 39, 40) aufgestellt, in Verbindung mit den beiden von der Allis Co. aufgestellten Dampfmaschinen. Auch jede der übrigen Maschinen hat ihren getrennten unabhängigen Kondensator, alle von verschiedener Bauart.

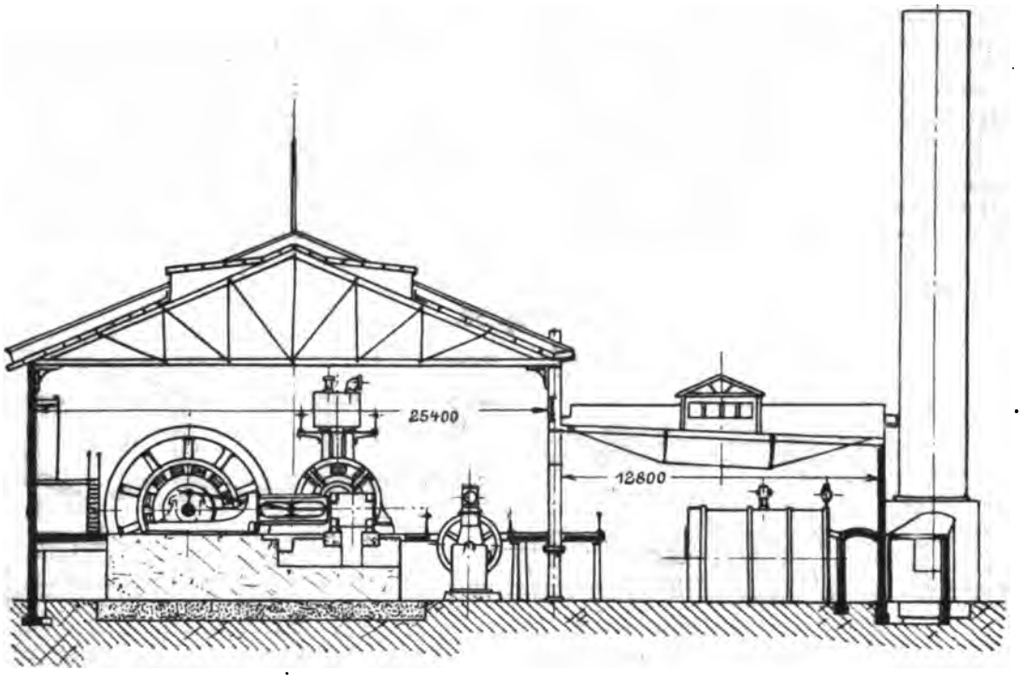
Ueber die Einzelheiten der grofsen Betriebsmaschinen dieser Kraftanlage habe ich nichts Neues zu berichten, da die Bauart dieser Allis-Maschinen in allen Teilen dieselbe ist, wie bereits bei der grofsen Betriebsmaschine der Maschinenhalle angegeben. Ueber die übrigen kleineren raschlaufenden Dampfmaschinen dieser Kraftanlage wird der Bericht des Hrn. Gutermuth das Erforderliche enthalten.

Zum Schluss will ich nur noch einige Bemerkungen über die ausgestellten unabhängigen Kondensatoren beifügen, welche insbesondere in dieser Abteilung der Maschinenausstellung in übersichtlicher Weise zu sehen sind.

Unabhängige Kondensatoren mit besonderen Betriebsmaschinen sind in Amerika für Dampfmaschinenbetrieb sehr häufig. Der Hauptgrund ihres Daseins ist wohl die Möglichkeit, sie marktfähig im Grofsen zu erzeugen. Die Einzelheiten vieler dieser Kondensatoren sind sehr

Fig. 31 und 32. Kraftanlage für die elektrische Hochbahn in der Ausstellung.
Mafsstab 1 : 300.

Fig. 31.
Querschnitt durch Maschinen- und Kesselhaus.



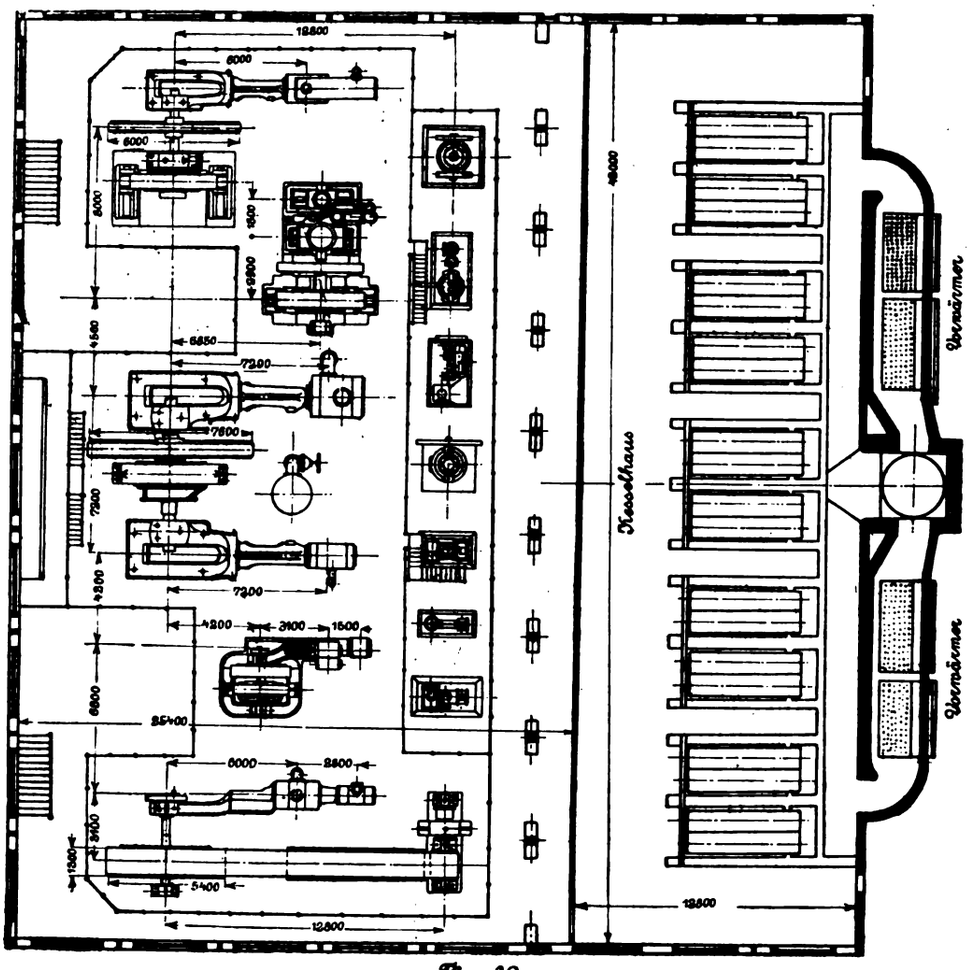


Fig. 32.
Grundriss der Maschinenanlage.

Fig. 33 u. 34. Kondensator von Wheeler mit Luft- u. Umlaufpumpe.

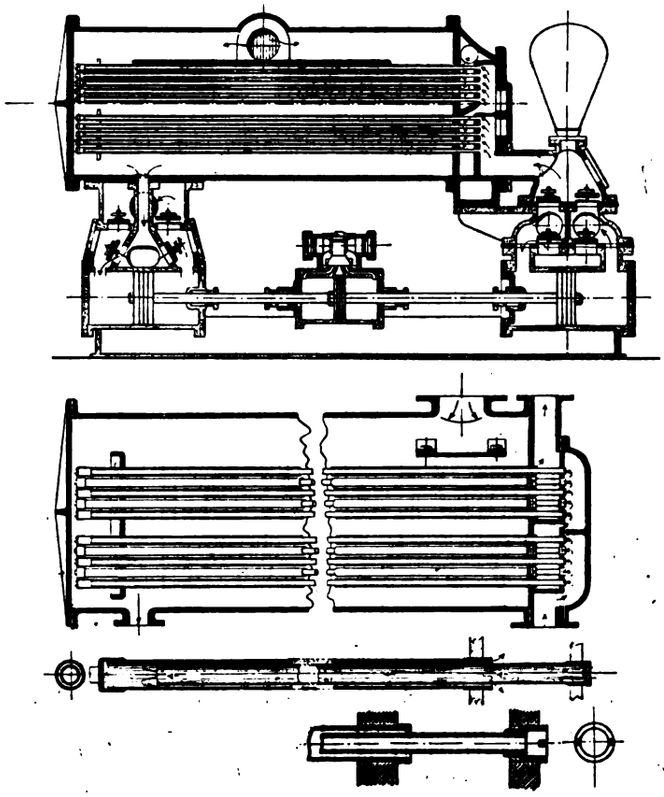


Fig. 35. Conover-Kondensator. Fig. 36.
(Fig. 35, 36 und 37.)

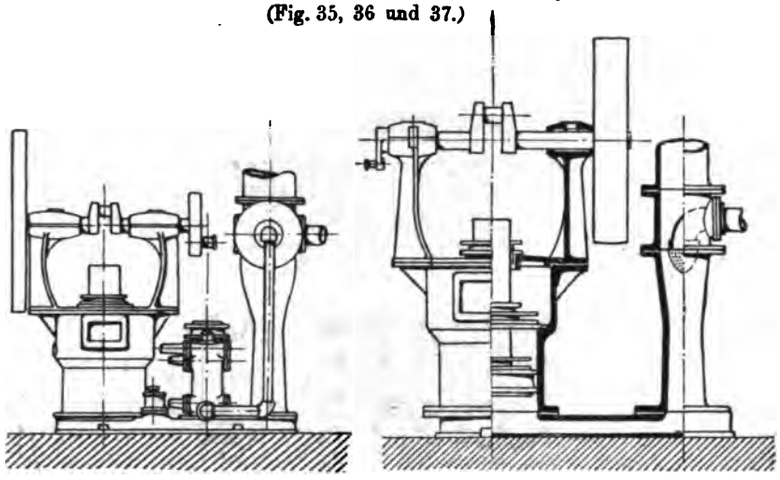


Fig. 38. Kondensator der Philadelphia Engineering Works.

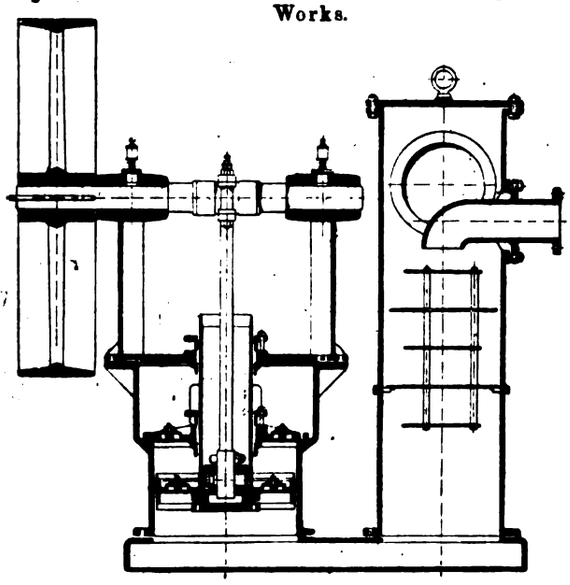


Fig. 39 und 40. Unabhängiger Kondensator der E. P. Allis Co., Milwaukee.
Maßstab 1 : 40.

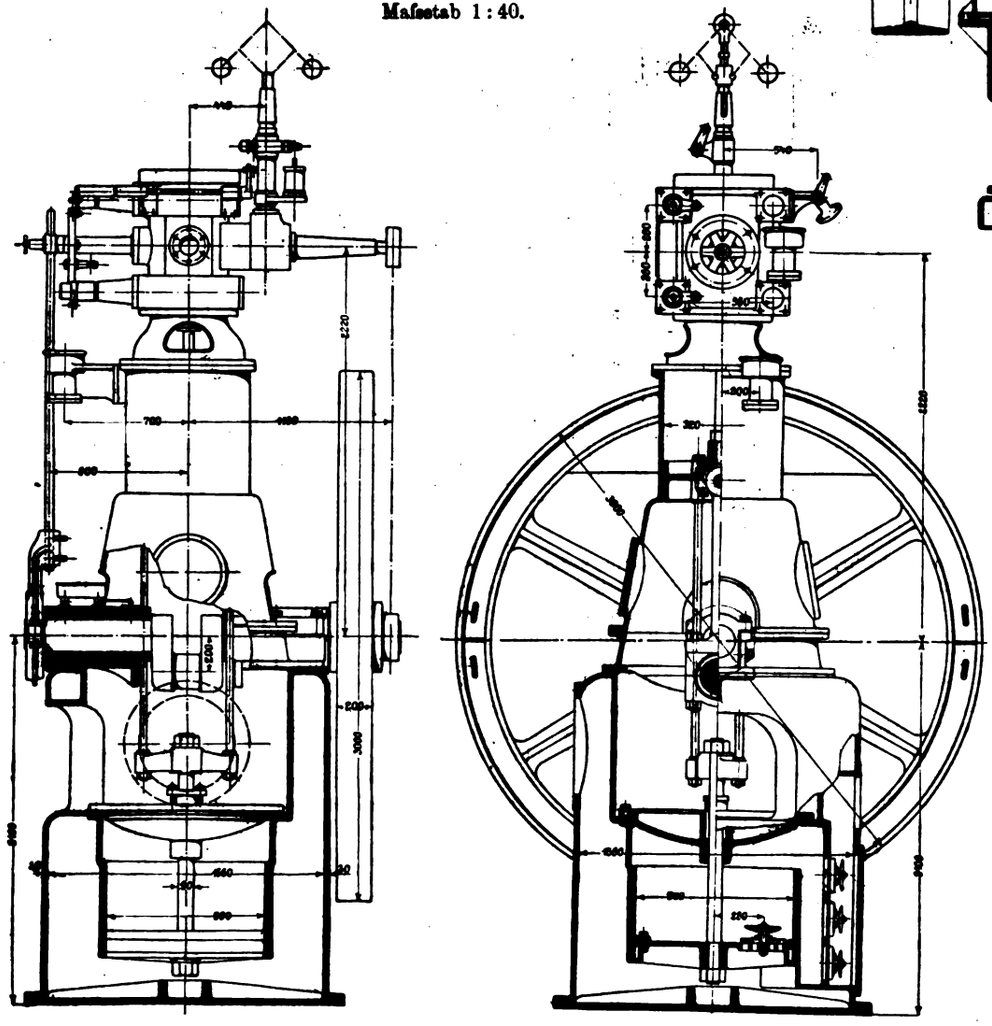


Fig. 37.
Conover-Kondensator.
(Fig. 35, 36 und 37)

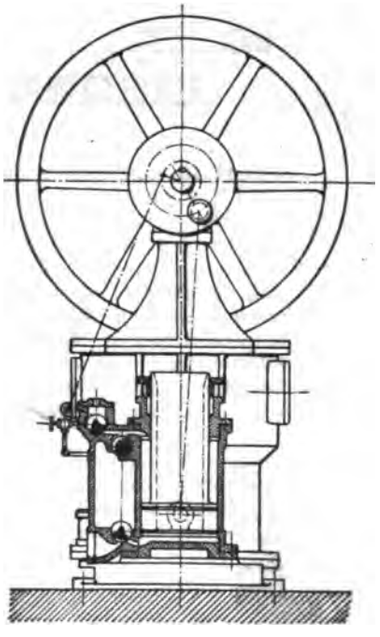


Fig. 41 bis 45. Steuerungsschieber der Bostoner Wasserwerksmaschine.

Mafsstab 1 : 15.

Fig. 41.

Einlassschieber und Schieberspiegel für den Hochdruckcylinder.

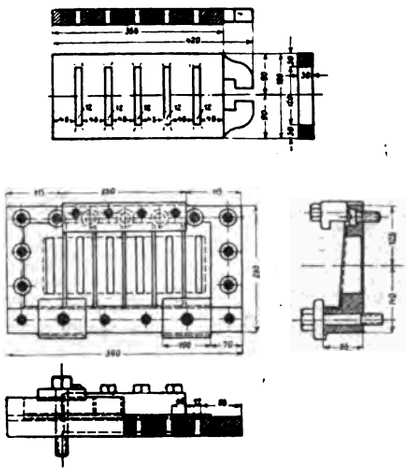


Fig. 42.

Auslassschieber und Spiegel für den Hochdruckcylinder.

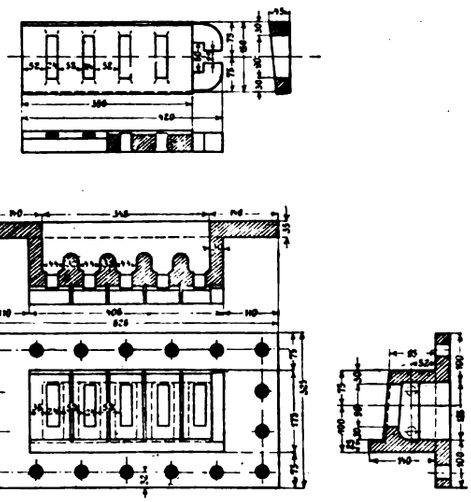


Fig. 43.

Einlassschieber und Spiegel für den Niederdruckcylinder.

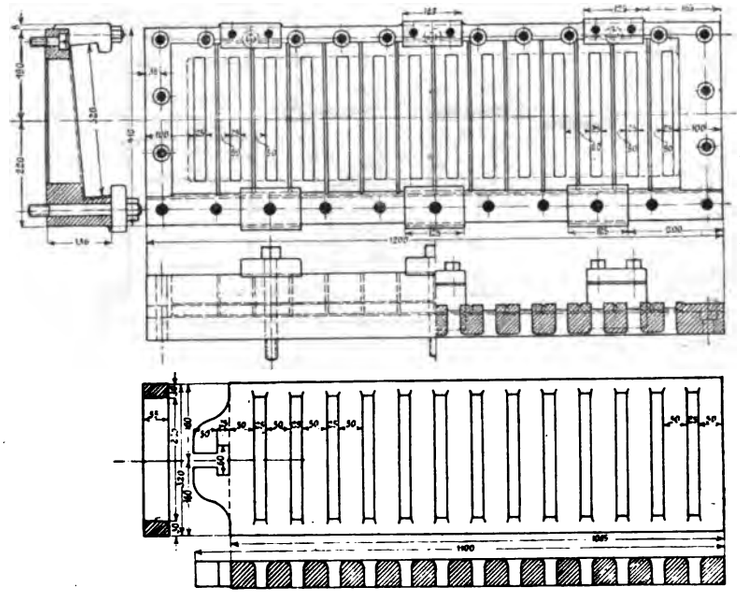
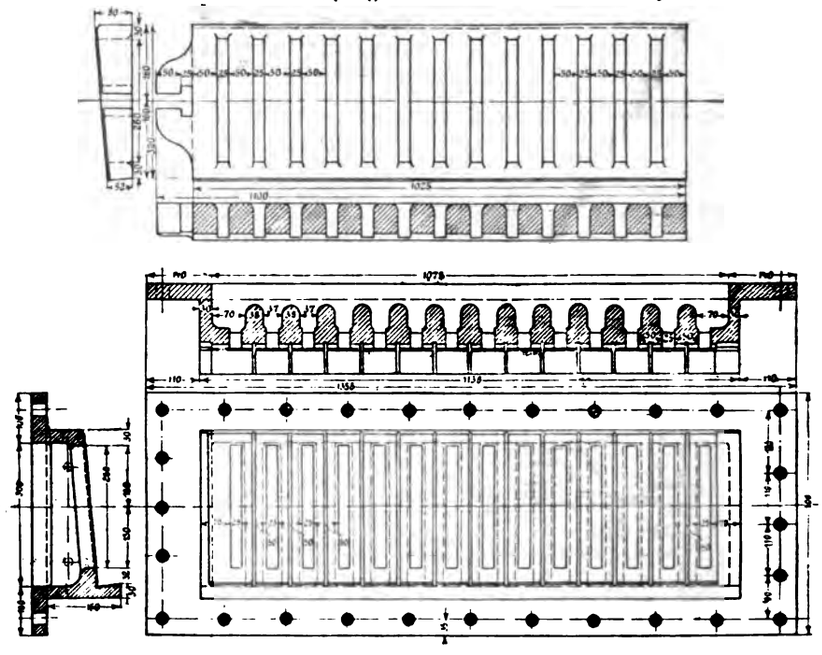


Fig. 44.

Auslassschieber und Spiegel für den Niederdruckcylinder.



mangelhaft ausgebildet; die Luftpumpen und ihr Triebwerk meist viel zu schwach, namentlich bei den besonders billigen Einspritzkondensatoren. Diese selbst sind auch wieder zu gunsten billigen Preises so knapp bemessen und mit so schlechten Pumpen (einfachen Hubmaschinen ohne Schwungrad) ausgeführt, dass viele solche Kondensatoren, nachträglich an den Maschinen angebracht, allen Kraftgewinn aufgezehrt haben. Mehrere von ihnen sind aber gut durchgebildet und auch gut ausgeführt und sind, wie z. B. der Wheeler-Oberflächenkondensator, aufserordentlich verbreitet und sowohl bei Landdampfmaschinen als bei Schiffsmaschinen in Verwendung. Es lohnt sich deshalb, durch einige Skizzen, die nur weniger Erläuterung bedürfen, die Bauart dieser Kondensatoren zu veranschaulichen.

Der Kondensator von Wheeler ist im Zusammenhange mit Luft- und Umlaufpumpe auf gemeinsamer Grundplatte aufgebaut; die Anordnung ist dargestellt in Fig. 33. Der Kondensator ruht unmittelbar auf den Pumpen. Durch diese Anordnung ergiebt sich sehr grofse Gewichts- und Raumersparnis, insbesondere auch werden die Verbindungsröhren zwischen Kondensator und Pumpe vermieden. Die Kühlröhren sind derartig angeordnet, dass sie nach einer Richtung sich frei ausdehnen können. Dies ist erreicht durch das Einschieben des Wasserzulaufrohres in das eigentliche Kühlrohr, so wie Fig. 34 im Detail zeigt. Wenn längerer Zirkulationsweg erforderlich ist, wird der Wasserumlauf auf zwei Hälften des Kondensators verteilt (Fig. 33). Die Röhren werden ohne Packung in die Rohrwände eingeschraubt.

Kondensator der Conover Manufacturing Co., New York. Um die Gröfse und Höhe bei direkt angetriebenen Luftpumpmaschinen zu vermindern, treibt der stehende Dampfcylinder, Fig. 35, aufwärts eine Stirn-

kurbel und eine Wellenkröpfung senkrecht abwärts die stehende Luftpumpe. Bei kleineren Maschinen erfolgt der Antrieb durch Riemen, Fig. 36, von der Betriebsmaschine; eine Stirnkurbel bewegt in der Regel am zweiten Ende die Speisepumpe, die Wellenkröpfung die Luftpumpe.

Die Antriebsmaschine für einen solchen Kondensator ist in Fig. 37 dargestellt. Da die Luftpumpe einfachwirkend ist, ist auch die Dampfmaschine mit einfacher Druckwirkung, jedoch als Verbundmaschine gebaut, derart, dass der Dampfkolben in Verbindung mit einem Plunger steht und auf die obere Ringfläche des Kolbens frischer Kesseldampf drückt, während der überströmende und expandirende Dampf, auf die untere grofse Kolbenfläche drückend, den Kolben aufwärts bewegt. Dieser Aufwärtsgang entspricht dem Niedergange des Luftpumpenkolbens.

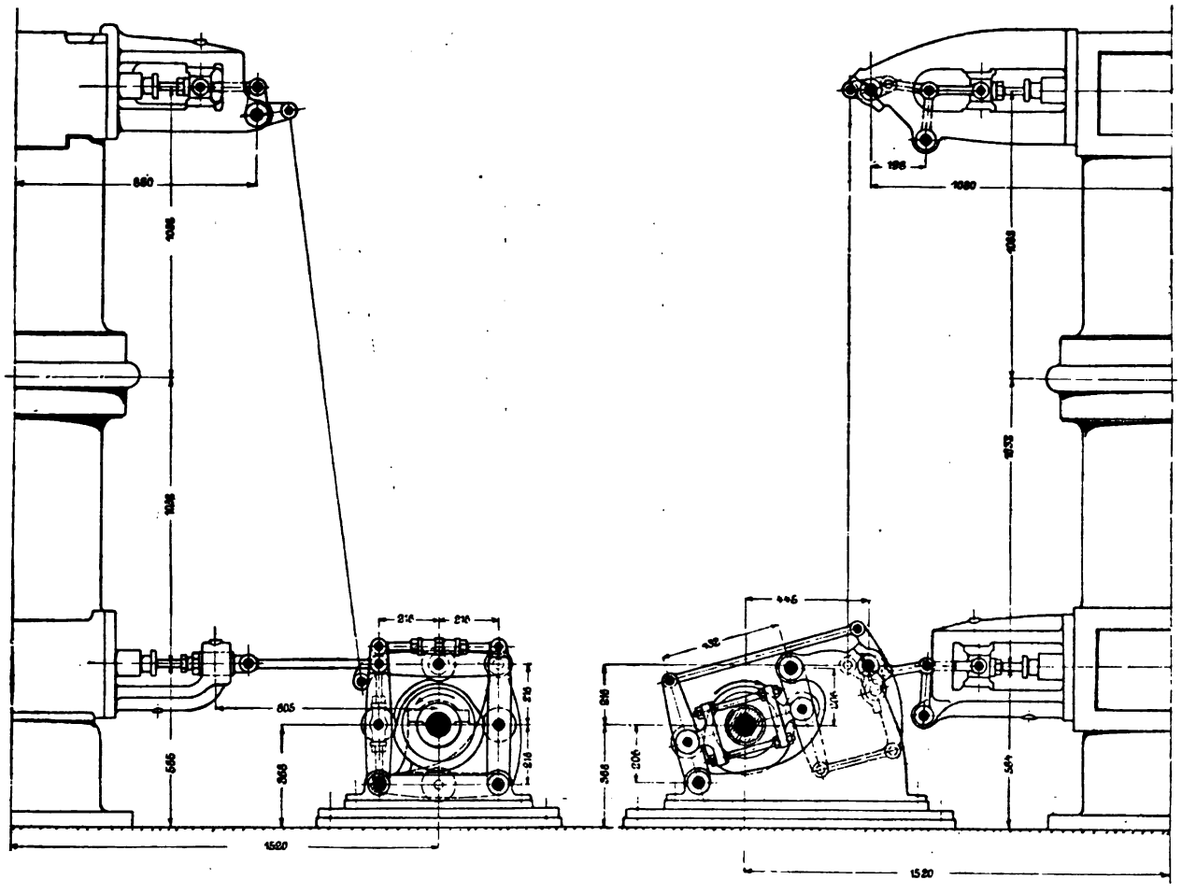
Die Maschine ist mit Rundschiebersteuerung versehen, und für die obere Seite ist ein Corliss-Expansionsschieber mit Ausklinkung hinzugefügt. Der Regulator an der Maschine wirkt jedoch nicht auf diese Ausklinkung, sondern auf eine Drosselklappe.

In Fig. 38 ist eine ähnliche von den Philadelphia Engineering Works gebaute Kondensatoranordnung dargestellt.

Fig. 39 und 40 zeigen die Konstruktion des Kondensators der E. P. Allis Co., Milwaukee, für den Betrieb der 2000pferd. Vierfach-Verbundmaschine. Die einfachwirkende

Fig. 45.

Aeufsere Steuerung für den Hochdruckcylinder der Bostoner Wasserwerksmaschine.
Mafsstab 1 : 25.



Luftpumpe hat Saugventile im Kolben und Druckventile seitwärts im Pumpencylinder. Der Antrieb des Luftpumpenkolbens erfolgt unmittelbar vom Dampfcylinder durch Traversen und Umführungsstangen unter Einschaltung des Kurbeltriebes zwischen Dampfcylinder und Pumpe. Die Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich. Der Dampfcylinder besitzt Corliss-Steuerung und selbstthätige Regulirung durch Ausklinkung.

In dem Maschinenhaus, Fig. 31 und 32, für die elektrische Hochbahn der Ausstellung sind verschiedenartige Systeme solcher unabhängigen Kondensatoren ausgestellt, die für den Betrieb der verschiedenen Dampfmaschinen dienen. Es sind dort mit den 2 Dampfmaschinen der Allis Co. zwei stehende Kondensatorpumpen, wie eben beschrieben und in Fig. 39 und 40 skizzirt, ausgestellt. Aufserdem ist die Williams-Maschine in Verbindung mit einem Conover-Kondensator, wie vorstehend beschrieben. Die Mc Intosh-Maschine ist mit dem einfachwirkenden Kondensator der Dean-Dampfpumpen-Co. verbunden, die Greensche Dampfmaschine mit einem Duplex-Kondensator von Worthington in New York.

Ueber die Leavitt-Maschinen, welche nach den Corliss-Maschinen die bedeutendste amerikanische Dampfmaschinenart sind, sind allgemeine Angaben schon in den früheren Berichten (s. »Wasserwerk Boston« Z. 1893 S. 650) enthalten. Ich habe zur Vervollständigung nur noch Einzelheiten der Steuerung nachzutragen.

In Fig. 41 bis 44 sind die Steuerungsschieber der Bostoner Wasserwerksmaschine dargestellt, und zwar zeigt Fig. 41: Einlass-Schieber und Schieberspiegel für Hochdruckcylinder, Fig. 42: dasselbe für den Dampfauslass, Fig. 43 und

Fig. 44: den Einlass- und Auslassschieber nebst Schieberspiegel für den Niederdruckcylinder.

In Fig. 45 ist die Anordnung der äufseren Steuerung für den Hochdruckcylinder dargestellt.

Fig. 46 zeigt die Anordnung der Steuerung für die Dreicylinder-Fördermaschine »Minong« der Calumet und Hecla-Grube (s. Z. 1893 S. 689 nebst Tafel VIII), u. z. für die Dampfeinströmung im Niederdruck- und Mitteldruckcylinder und für den Dampfauslass im Hoch- und Niederdruckcylinder.

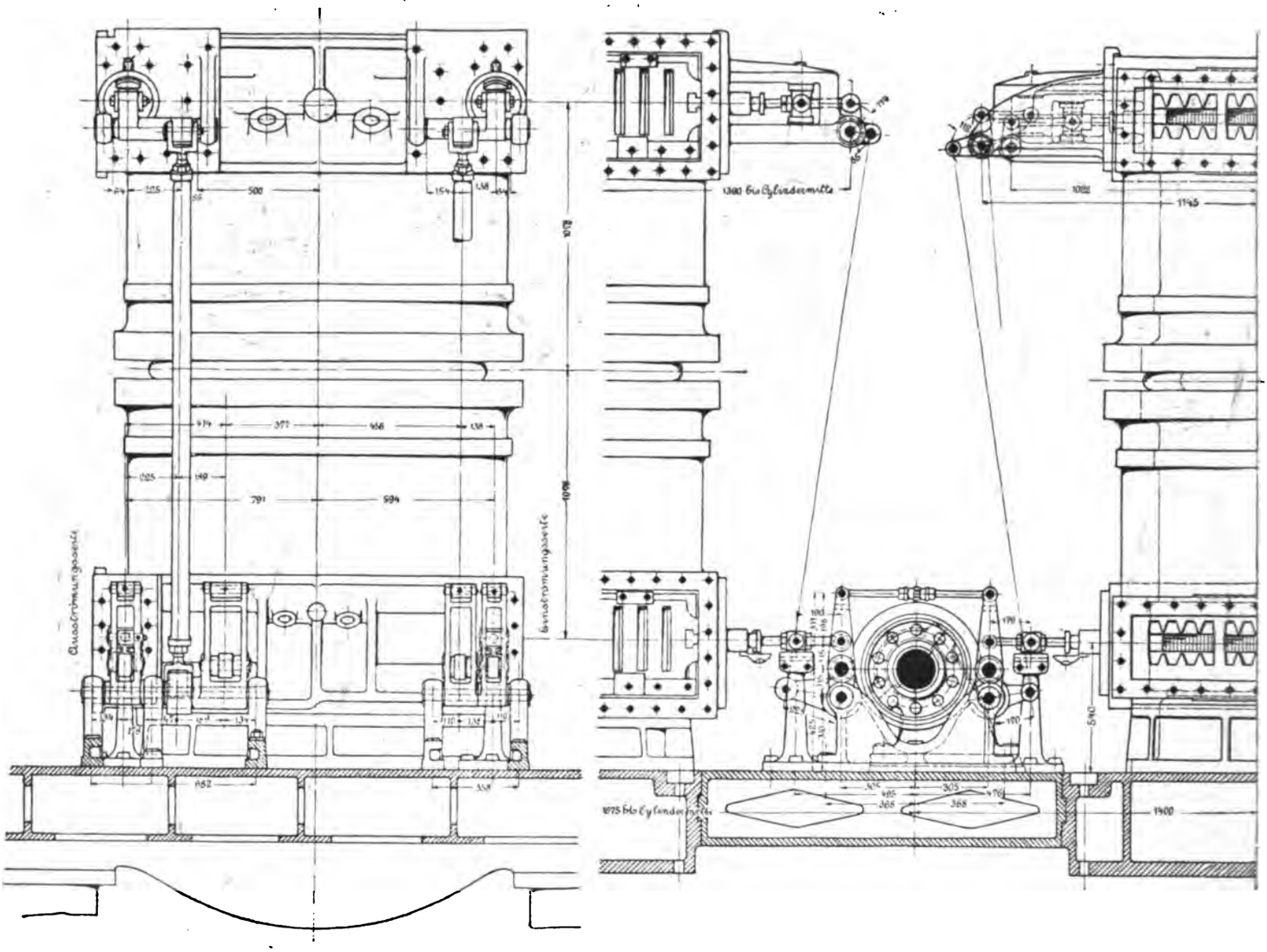
Weitere Einzelheiten über Schiebermaschinen, insbesondere über raschlaufende Maschinen wird der Bericht des Hrn. Gutermuth bringen. In der Ausstellung waren noch mehrere gröfsere Corliss-Maschinen vertreten; sie sind in dem Verzeichnis S. 9 angeführt, Bauart und Einzelheiten bieten aber nur Bekanntes.

Um das Bild der Maschinenausstellung zu vervollständigen, ist in dem beiliegenden Textblatt 1 der Grundriss

Fig. 46.

Anordnung der Steuerung für die Dreicylinder-Fördermaschine »Minong« der Calumet und Hecla-Grube.

Mafsstab 1 : 25.



der ganzen Maschinenhalle in Chicago dargestellt, welcher Zahl und Lage auch der im nördlichen Teil der Halle aufgestellten Maschinen darstellt.

Dampfmaschinen für besondere Zwecke: Pumpen, Kompressoren, Berg- und Hüttenmaschinen usw., waren ganz untergeordnet und vereinzelt in der Maschinenhalle und Bergbauabteilung ausgestellt. Die Elektrizitätsausstellung enthielt zum Schaden des Gesamteindruckes dieser Abteilung keine Dampfmotoren. Unter Hinweis auf die noch nachfolgenden Berichte über Pumpen, Kompressoren usw. habe ich daher über Betriebsdampfmaschinen nichts weiter zu berichten und durch den vorliegenden Bericht den Rahmen der Ausstellung schon überschritten. Infolge der sehr lückenhaft beschickten Maschinenausstellung ist der Bericht über den Grofsmaschinenbau überaus dürftig und nichts weniger als ein kennzeichnendes Bild der diesbezüglichen Industrie im Lande. Die letzte Prager Landesausstellung, welche leider gewaltsam zu einer tschechischen zu stempeln versucht wurde, hat beispielsweise auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues Besseres und Lehrreicheres geboten als die grofse Maschinenhalle in Chicago.

Das Maschinenwesen des Auslandes, abgesehen vom Deutschen Reich, ist in Chicago äufserst dürftig vertreten, und es liegt nichts Berichtenswertes vor. Selbst aus der englischen Ausstellung kann neben der bekannten Willans-Maschine die Betriebsmaschine von Galloway nur als Merkwürdigkeit erwähnt werden. Es ist die übliche Galloway-Maschine mit Fink-Kulissensteuerung und verwickeltem Regulator, mit Hochdruckcylinder schräg auf dem Niederdruckcylinder liegend und unter Zwischenschaltung umständlicher eingleisiger Führungen auf eine gemeinsame Stirnkurbel arbeitend und trotz der dadurch gegebenen Kurbelversetzung mit einer besonderen grofsen Anhubdampfmaschine versehen.

Die deutsche Maschinenausstellung ist, wie bereits berichtet, nach sachlichem Wert sehr hervorragend und nimmt unter allen Auslandsstaaten die weitaus hervorragendste Stelle ein, aber trotz der unerwartet grofsen Beteiligung giebt sie nichts weniger als ein vollständiges Bild der Industrie des Landes. —

Es sind nun fast 17 Jahre her, dass der deutschen Industrie in Philadelphia, nachdem sie 3 Jahre vorher in Wien glänzend vertreten war, das böse Wort »billig und schlecht« nachgesagt wurde, obwohl auf der damaligen Philadelphia-Ausstellung weder die deutsche noch eine ausländische Industrie vergleichsfähig vertreten war. Dieser Ausspruch wurde und wird jetzt noch im Auslande ausgebeutet und hat insbesondere der Maschinenindustrie ungeheuren Schaden zugefügt. Immer noch wird der Ausspruch wiederholt, wo es im Auslande gilt, die deutsche Industrie fernzuhalten, immer unter Berufung darauf, das harte Urteil sei angeblich amtlich und von einem Maschinensachverständigen abgegeben. Zur Vaterschaft bekennt sich heute niemand, dagegen wird ab und zu, jedoch ohne Nennung eines verantwortlichen Namens, die Behauptung aufgestellt, gerade dieser kritische Ausspruch sei es gewesen, welcher der deutschen Industrie die Augen öffnete und sie zu mächtigem Fortschritte veranlasste! Möchte doch ein kritisches Kraftsprüchlein aus Chicago diesmal gleiche Wunder wirken, aber auch die schlimmen Folgen von damals aufheben! Zu kritischen Vergleichen ist hier weitaus mehr Gelegenheit als vor 17 Jahren.

A. Riedler.

Raschlaufende Dampfmaschinen.

In den Berichten des Hrn. Professors Riedler ist bereits hervorgehoben, dass die Ausstellung nur ein unvollständiges Bild des amerikanischen Dampfmaschinenbaues im allgemeinen liefert, und dass nur die grofse Beleuchtungsanlage in der Maschinenhalle im Zusammenhang mit der Kraftstation der elektrischen Hochbahn und kleineren Einzelanlagen verschiedener Ausstellungsgebäude eine Uebersicht über die wichtigsten typischen Ausführungen raschlaufender Dampfmaschinen bietet.

In diesen Anlagen sind auch gleichzeitig die Anwendungsgebiete gekennzeichnet, denen die Schnellläufer ihre heutige mannigfaltige und ausgedehnte Entwicklung zu danken haben. Die in jeder amerikanischen Stadt bestehenden und in beständiger Vergrößerung begriffenen elektrischen Zentralen für Licht- und Strafsenbahnbetrieb und die selbständigen Beleuchtungsanlagen der Geschäftshäuser, Hotels und öffentlichen Gebäude werden mit wenigen Ausnahmen durch Dampfmaschinen mit hoher Umdrehungszahl betrieben.

Der auf diesem weiten Absatzgebiet entstandene grofse Bedarf an Betriebsmaschinen gab in den letzten Jahren nicht nur zur Entstehung zahlreicher konkurrirender Spezialfabriken Veranlassung, sondern schaffte auch die Bedingungen für die allgemeine Einführung der Massenfabrikation in dem Bau der raschlaufenden Maschinen. Die Rücksichtnahme auf diese Massenfabrikation bestimmt heute wesentlich die Einzelausbildung, und auf dem Maschinenmarkte können nur jene Ausführungen noch Bedeutung gewinnen, welche bei zweckmäfsiger Massenherstellung entsprechend niedrige Verkaufspreise ermöglichen. Diese sind gegenwärtig aber auch schon derartig herabgedrückt, dass schon der verteuernde Einfluss des Transports auf die Kosten der Maschinen das Absatzgebiet der einzelnen Fabriken wesentlich beschränkt, sodass im Osten der Ver. Staaten gebaute Maschinen im Westen nur schwer noch abgesetzt werden können. In Chicago laufen beispielsweise gegenwärtig 175 der in Springfield im Staate Illinois gebauten »Ide«-Maschinen, während von den in Syracuse, N. Y., erbauten vollkommeneren Straight-Line-Maschinen im ganzen nur etwa 20 zu finden sind.

Bemerkenswert ist die mehr und mehr sich verallgemeinernde Verwendung des Verbundbetriebes selbst bis zu Leistungen von 5 PS herab; bei gröfseren Leistungen wird auch Dreifach-Expansion angewendet, selbst wenn rücksichtlich der Eintrittsspannung des Dampfes keine Notwendigkeit dazu vorliegt. Heizung der Cylindermäntel ist bei keiner raschlaufenden Ausstellungsmaschine zu finden und wird überhaupt bei den im Nachfolgenden zu besprechenden Maschinentypen nicht angewendet. Freier Auspuff bildet die Regel; bei Anwendung von Kondensation werden stets von der Dampfmaschine unabhängige Kondensatoren und Luftpumpen aufgestellt, welche von anderen Firmen bezogen werden, die deren Bau besonders pflegen.

Im Nachstehenden möge, der alphabetischen Reihenfolge der Firmen entsprechend, die Konstruktion der ausgestellten raschlaufenden Dampfmaschinen durch Beschreibung und Zeichnung verdeutlicht werden; dagegen soll auf die Herstellungsweise in den bedeutenderen Fabriken erst in einem späteren Berichte näher eingegangen werden.

Die Tabelle auf S. 27 giebt zunächst eine Zusammenstellung der Hauptabmessungen der Ausstellungsmaschinen. Darnach schwankt die mittlere Kolbengeschwindigkeit zwischen 2,7 und 3,8 m, die gröfste zwischen 4,25 und 5,96 m (s. Tabelle); die Steuerkanäle weisen grofse Querschnitte im Vergleich zur Kolbenfläche auf, wie aus den betreffenden Verhältniszahlen der Tabelle hervorgeht. Die gröfste in den Kanälen auftretende Dampfgeschwindigkeit ist demgemäfs auch gering; für die Auslasskanäle, wie die Tabelle zeigt, schwankend zwischen 29 und 58 m, während in den Einlasskanälen die in der Zusammenstellung berechneten gröfsten Dampfgeschwindigkeiten überhaupt nicht erreicht werden, da die Füllungen im Hoch- und Niederdruckcylinder in der Regel kleiner als 0,5 ausfallen. Die für langsam gehende Eincylinder-Dampfmaschinen im amerikanischen Maschinenbau allgemein übliche Konstruktionsregel: den Durchmesser des Kurbelzapfens = 1/4, den des Wellenhalses im Lager = 1/2 des Cylinderdurchmessers zu machen, ist für raschlaufende Maschinen nicht aufrecht erhalten, indem der Kurbelzapfen in der Regel gröfser, der Wellenhals kleiner ausgeführt wird.

Atlas Engine Works, Indianapolis, Ind.

1000pferdige liegende Zwillingsverbundmaschine, auf 2 um 90° versetzte Kurbeln arbeitend. Dmr. der Dampfcylinder 355 und 610 mm, Kolbenhub 760 mm; 150 Min.-Umdr. Jede Maschinenseite mit geschlossenem Bett und eingleisiger Führung versehen.

Auf dem Bett sind die Niederdruckcylinder gelagert, durch offene Laterne mit dem dahinter liegenden Hochdruckcylinder verbunden.

Die Cylinder mit Flanschen aufgeschraubt, welche in der Cylindermitte liegen.

Die Niederdruckcylinder sind durch entlastete Flachschieber, die Hochdruckcylinder durch Rundschieber mit mehrfacher Einströmung gesteuert. Antrieb der Corliss-Schieber von der verlängerten Schieberstange des Niederdruckcylinders durch einen Schlitten. Dieser Schlitten enthält Kurvenbahnen, welche durch Rollen die Hebel der Rundschieber bewegen. Die konstruktive Ausbildung der Steuerung ist sehr unvollkommen.

Die Niederdruckcylinder besitzen entlastete Flachschieber, Fig. 47, welche für die gewöhnlichen Eincylindermaschinen der Firma ausschliefslich angewendet werden. Die kräftig verrippte Gegenplatte des Rahmenschiebers ist nicht festgeschraubt, sondern auf letzteren mittels verstellbarer Druckfedern gepresst.

Der Regulator, Fig. 48, ist insofern eigenartig konstruirt, als bei ihm nicht nur wie üblich die Zentrifugalkraft der

No.	Erbauer	Art der Maschine	indizirte Leistung	Dampfcylinder Dmr.	Dampfcylinder Hub	Min.-Umdr.	Größte Kolbengeschwindigkeit	Dampfdruck	Kurbelzapfen Dmr.	Kurbelzapfen Länge	Kreuzkopfzapfen Dmr.	Kreuzkopfzapfen Länge	Welle im Lager Dmr.	Welle im Lager Länge	Welle in der Mitte Dmr.	Steuerungskanäle Abmessungen Einlass	Steuerungskanäle Abmessungen Auslass	Steuerungskanäle Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Einlass	Steuerungskanäle Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Auslass	Größte Dampfgeschwindigkeit in den Einlasskanälen	Größte Dampfgeschwindigkeit in den Auslasskanälen	Dampfrohre Dmr. Einlass	Dampfrohre Dmr. Auslass	Dampfrohre Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Einlass	Dampfrohre Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Auslass	Schwungrad Anzahl	Schwungrad Dmr. und Breite	Schwungrad Gewicht
			PSi	mm	mm			kg/qcm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					mm	mm				mm	kg
1	Atlas Engine Works, Indianopolis, Ind.	Tandem-Verbund	500	355 610	760	150	5,96	8,1	152	140	127	127	280	600	305	356 × 38 559 × 54	356 × 44 559 × 117	7,4 9,5	6,4 4,5	44,1 56,6	38,1 26,8	152 —	— 203	5,47 —	— 9,05	1	3650 × 965	6800
2		Zwillings-Tandem-Verbund	1000	355 610	760	150	5,96	8,1	152	140	127	127	280	600	305	356 × 38 559 × 54	356 × 44 559 × 117	7,4 9,5	6,4 4,5	44,1 56,6	38,1 26,8	152 —	— 203	5,47 —	— 9,05	2	3650 × 965	6800
3	Ball Engine Co., Erie, Pa.	Verbund	480	457 914	457	220	5,26	8,1	203	203	127	152	203	406	203	330 × 29 914 × 63	330 × 29 914 × 102	16,9 11,4	16,9 6,0	88,9? 60,0	88,9? 31,6	178 228	228 457	6,6 16,1	4,0 4,0	2	2180	3640
4	The Ball a. Wood Co., New York	Eincylinder	150	406	406	230	4,88	7	165	165	89	133	165	356	—	116 qcm	116 qcm	11,1	11,1	54,2	54,2	152	178	8,5	7,2	2	2115	1820
5		Tandem-Verbund	150	330 508	406	230	4,88	7	165	165	89	133	165	356	—	142 » 194 »	142 » 194 »	6,0 10,5	6,0 10,5	29,3 51,2	29,3 51,2	127 —	— 178	6,7 —	— 8,1	2	2115	1820
6		Verbund	200	356 559	305	280	4,47	7	140	140	76	114	127	305	—	142 » 213 »	142 » 213 »	7,0 11,5	7,0 11,5	31,3 51,4	31,3 51,4	127 —	— 203	7,8 —	— 7,6	2	1675	1180
7	Buckey Engine Co., Salem, Ohio	Eincylinder	101	330	533	180	5,02	—	89	89	73	89	152	305	—	305 × 21	305 × 29	13,4	9,7	67,3	48,7	116	152	8,0	4,7	2	2852	—
8		do.	103	330	406	240	5,10	—	89	89	73	89	152	305	—	317 × 20	317 × 29	13,5	9,3	68,9	47,4	116	152	8,0	4,7	2	2120 × 305	—
9		Tandem-Verbund mit Kondensation	150	279 533	406	225	4,78	—	102	102	83	102	178	356	—	292 × 19 508 × 29	292 × 27 508 × 41	11,0 15,2	7,75 10,9	52,6 72,7	37,0 52,1	114 —	— 203	6,0 —	— 6,9	1	1830 × 559	—
10		Verbund mit Kondensation	300	356 711	610	150	4,79	—	95	102	83	102	165	356	—	356 × 32 711 × 38	356 × 88 711 × 56	8,7 14,7	7,35 10,0	41,7 70,4	35,2 47,9	127 —	— 254	7,8 —	— 10,0	1	3050 × 838	—
11	The Eclipse Clutch W., Beloit, Wis.	Tandem-Verbund mit Kondensation	250	368 622	457	225	5,38	8,45	171	131	127	131	267	457	279	305 × 38 432 × 51	—	9,25 13,8	—	49,8 74,2	—	152 —	— 178	5,9 —	— 12,2	1	2745 × 229	—
12	Erie City Iron Works, Erie, Pa.	Eincylinder	135	381	356	275	5,12	5,6	140	121	83	102	140	337	140	538 × 29	538 × 29	7,3	7,3	37,4	37,4	127	152	9,0	6,3	1	1524 × 368	1450
13		do.	150	381	356	300	5,59	5,6	140	121	83	102	152	337	152	538 × 29	538 × 29	7,3	7,3	40,8	40,8	127	152	9,0	6,3	1	1524 × 368	1450
14		do.	180	457	559	160	4,68	5,6	114	127	83	114	191	457	191	444 × 35	444 × 51	11,4	7,85	53,4	36,8	152	178	9,8	7,4	1	2120 × 622	2140
15	A. L. Ide & Son, Springfield, Ill.	do.	250	406	406	245	5,20	9,15	140	127	95	114	178	305	—	117 qcm	117 qcm	11,1	11,1	57,7	57,7	152	178	7,2	5,2	2	1830 × 420	980
16		Tandem-Verbund mit Kondensation	250	330 559	406	245	5,20	9,15	140	127	95	114	178	305	—	135 » 243 »	135 » 243 »	6,3 10,4	6,3 10,4	32,8 54,1	32,8 54,1	152	178	4,7	— 9,8	2	1830 × 420	1350
17	Racine Hardware Mfg. Co., Racine, Wis.	stehende Eincylinder	35	229	229	330	3,95	6	89	102	51	83	89	203	89	127 × 25,4	102 × 41	12,9	9,8	51,0	38,7	63	89	13,3	6,7	1	965	478
18	Phoenix Iron Works, Meadville, Pa.	Eincylinder	250	470	457	220	5,26	8,45	216	216	114	140	216	432	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2440 × 660	—
19		Tandem-Verbund mit Kondensation	250	343 610	457	200	4,78	8,45	216	216	114	140	216	432	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2490 × 660	—
20		viercylindrige Dreifach-Expansion	500	381 610 2×660	457	200	4,78	8,45	216	216	114	140	216	432	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2740 × 660	—
21	Russel & Co., Massillon, Ohio	Tandem-Verbund	200	330 521	508	180	4,78	8,8	127	114	89	114	216	356	216	130 qcm 300 »	131 qcm 300 »	6,6 7,1	6,5 7,1	31,5 33,9	31,1 33,9	129 —	— 322	6,6 —	— 6,6	1	2285 × 762	3900
22		Eincylinder	200	432	610	150	4,79	8,8	102	114	92	114	203	368	203	140 »	177 »	10,5	8,3	50,3	39,8	186	198	7,9	7,4	1	1830 × 305	1360
23	Watertown Steam Engine Co., New York	Tandem-Verbund	—	229 406	356	260	4,84	8,8	137	121	54	108	137	305	137	—	—	—	—	—	—	102 127	127 152	5,1 10,2	3,24 7,2	1	1524 × 305	5900
24	Weston Engine Co., Painted Port, N.Y.	Eincylinder	15	152	203	400	4,25	5,6	76	89	51	76	76	187	—	21,8 qcm	21,8 qcm	8,3	8,3	35,3	35,3	51	63	9,0	5,55	1	914 × 191	260
25		do.	33	203	330	250	4,31	5,6	114	140	83	89	102	229	—	48,4 »	48,4 »	6,7	6,7	28,9	28,9	63	76	10,4	7,2	1	1244 × 267	428[1])
26		do.	50	254	330	250	4,31	5,6	140	159	102	127	127	292	—	72,5 »	72,5 »	7,0	7,0	30,2	30,2	89	89	8,2	8,2	1	1372 × 317	700
27		do.	130	406	406	200	4,25	5,6	191	171	114	152	191	400	—	129 »	129 »	10,0	10,0	42,5	42,5	152	152	7,1	5,2	1	1830 × 432	1550

[1]) nicht ausgestellt.

Schwunggewichte, sondern auch die lebendige Kraft der Regulatorscheibe zur Exzenterverstellung ausgenutzt wird. Die Scheibe sitzt zu diesem Zweck lose auf der Schwungradwelle.

Das Ueberströmrohr vom Hochdruck- zum Niederdruckcylinder bildet eine Kammer für Stopfbüchsenführung der Schieberstange.

Die Schubstange besteht aus geschmiedetem Stahl. Der gusseiserne Kreuzkopf, Fig. 49, mit einseitiger Geradführung, hat sehr plumpe Form. Die Kolbenstange ist mit Gegenmuttern in der Kreuzkopfnabe befestigt.

Das Kurbellager ist dreiteilig mit einseitiger Keilnachstellung, Fig. 50.

500 pferdige Tandem-Verbundmaschine. Dieselbe Bauart wie bei der vorher beschriebenen Maschine. Niederdruckcylinder mit Maschinenrahmen verbunden. Hochdruckcylinder dahinter. Ersterer mit Schiebersteuerung, letzterer mit Rundschiebersteuerung. Antrieb ebenfalls durch Schleifrahmen. Die Steuerung des Hochdruckcylinders ist für das Anlassen von Hand verstellbar durch die in Fig. 51 dargestellte Ausklinkvorrichtung der Exzenterstange. Letztere kann von dem Angriffszapfen des Schieberstangenkreuzkopfes abgehoben und dieser mit dem Steuerschieber vermittels des langen Griffes verschoben werden.

Fig. 47.

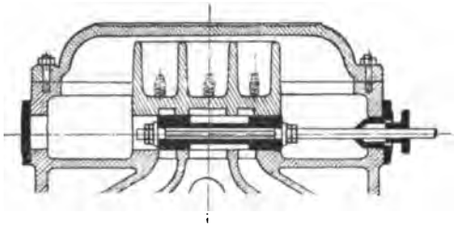


Fig. 48.

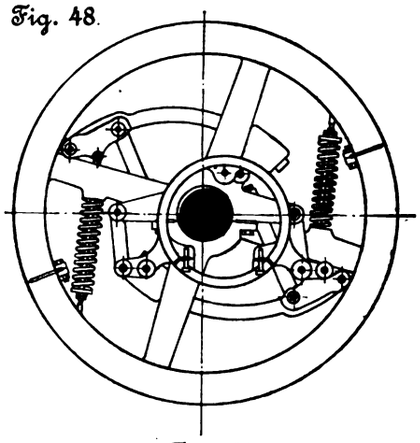


Fig. 49.

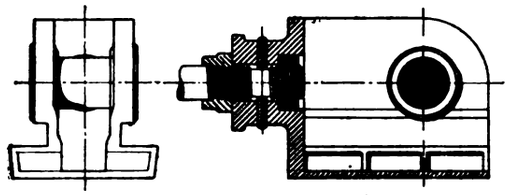


Fig. 50.

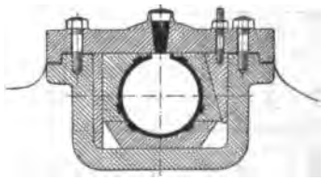


Fig. 51.

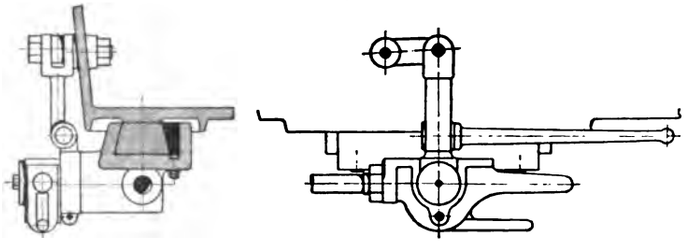
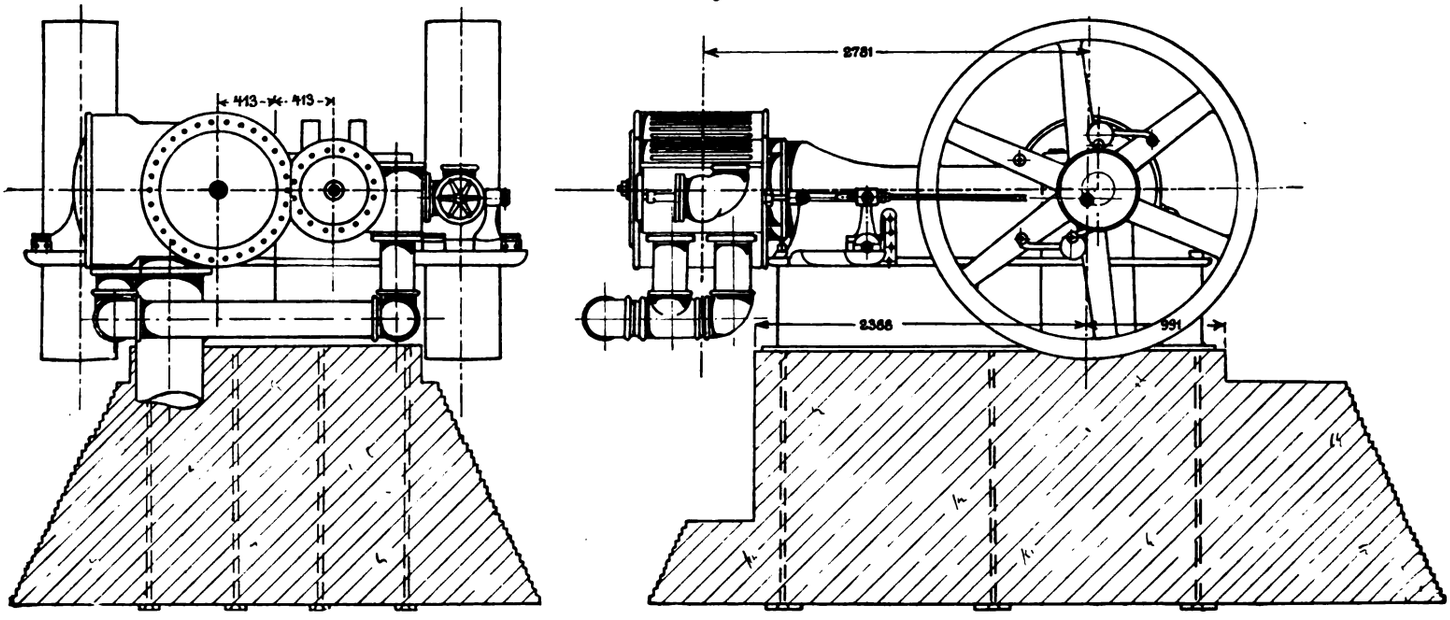


Fig. 52.



Die Fabrik führt auch Schnellläufer für kleine Leistungen aus.

Armington & Sims.

Liegende 300 pferdige Eincylindermaschine. Dampfcylinderdmr. 530 mm, Kolbenhub 460 mm.

Die Konstruktion ist bekannt. Viergleisige Führung. Gekröpfte Welle. 2 Schwungräder, das eine mit Federregulator. Aufsenliegende Exzenter. Hebelübersetzung nach der innenliegenden Kolbensteuerung.

Ist eigentlich nicht Ausstellungsmaschine, sondern wurde von Anfang der Ausstellungsarbeiten an zur elektrischen Beleuchtung des Ausstellungsplatzes benutzt.

Ball Engine Co., Erie, Pa.

Liegende 480pferdige Verbundmaschine, deren Gesamtanordnung Fig. 52 darstellt, in Verbindung mit Worthington-Kondensator.

Hoch- und Niederdruckcylinder von 457 mm und 914 mm Dmr. bei 457 mm Kolbenhub sind aus einem Stück gegossen und freischwebend an einem der Länge nach geteilten Rahmen befestigt, Fig. 53.

Die ganze Maschine ist auf einer mächtigen, 600 mm hohen Grundplatte aufgebaut.

Die Dampfcylinder arbeiten auf um 180° versetzte Kurbelkröpfungen mit aufgeschobenem Gegengewicht, Fig. 54. Die Kurbelwelle ist dreifach gelagert, mit fliegenden Schwungrädern an jedem Ende. Die Wellenlager haben vierteilige gusseiserne Lagerschalen mit 16 mm dickem Kompositionsausguss; nur eine mittlere Lagerschale ist nachstellbar, Fig. 53.

Das Schwungrad auf der Hochdruckseite hat aufsenliegenden Federregulator und Antriebexzenter für die Hochdrucksteuerung; Uebersetzung auf die Hochdruckschieber durch Zwischenhebel mit langer Drehachse.

Niederdrucksteuerung durch ein zweites Exzenter auf der zweiten Maschinenseite angetrieben. Dieses Antriebsexzenter liegt zwischen äufserem Lager und Schwungrad und übersetzt ebenfalls auf einen Zwischenhebel, von welchem aus durch eine Traverse die beiden Schieberstangen des ungewöhnlich hohen Niederdruckschiebers angetrieben werden.

Der Kreuzkopf bewegt sich in einer viergleisigen in den Maschinenrahmen eingebauten Geradführung, deren untere Hälfte in Fig. 55 dargestellt ist.

Auf dem Hochdruckschieberkasten sitzt ein Schmierapparat mit getrennter Oelzuführung für jeden Cylinder.

Die in einem Stück gegossenen Schwungräder sind an der Nabe einseitig geteilt und mit einer Schraube zusammengezogen.

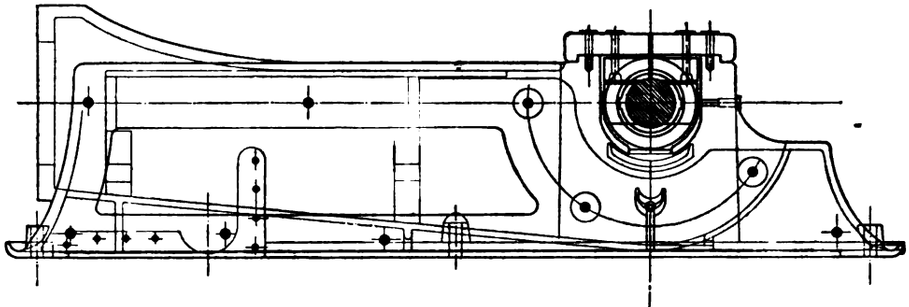
Die Schubstangen haben Kappenköpfe.

Kreuzkopf aus Gussstahl, Zapfen aus Werkzeugstahl und rechteckig in den ersteren eingesetzt.

Kurbelachse aus geschmiedetem Stahl, Fig. 54. Die Gusseisengegengewichte sind aufgeschoben, an der Wellenkröpfung verkeilt und mit Zinkbeilagen gesichert; auf der Niederdruckseite besitzen sie noch Bleieinlage wegen des gröfseren Kolbengewichts. Die Kurbelzapfen werden mittels schräger Durchbohrungen der Zapfen und die Kurbelarme mittels einer in der Nähe der Lager eingedrehten zentrischen Oelrinne geschmiert.

Eigenartig ist die Konstruktion der entlasteten Flachschieber beider Cylinder. Fig. 59 stellt den Hochdruckschieber, Fig. 58 einen Schnitt durch den zugehörigen

Fig. 53



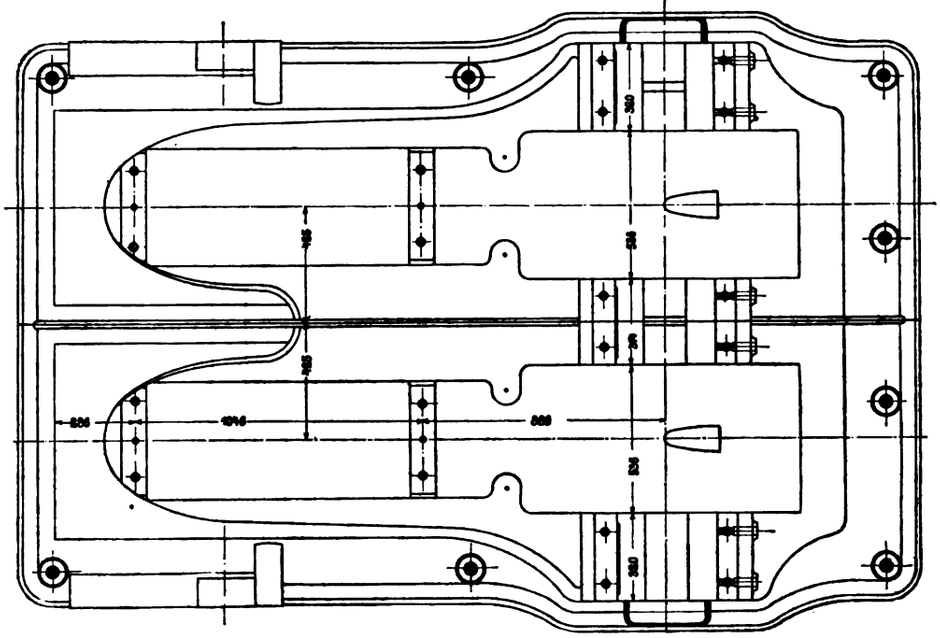
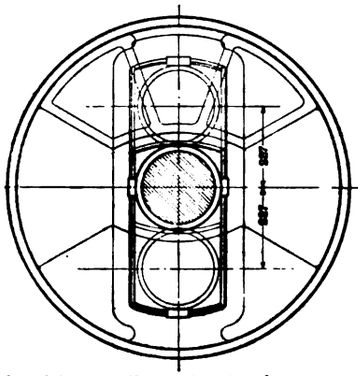


Fig. 54.



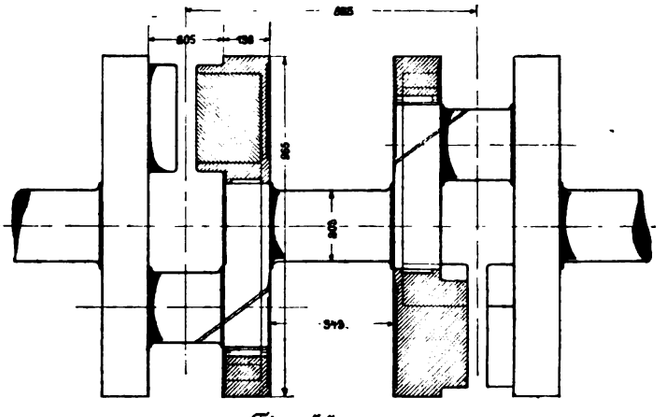
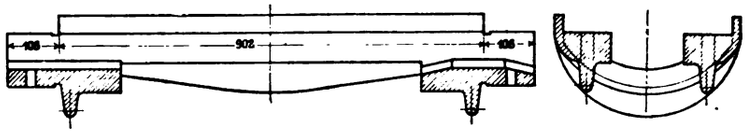


Fig. 55.



Schieberkasten und die Endansicht dar. Zwei kongruente Schieberplatten liegen mit genau in einander passenden Hohlcylindern über einander; die erforderliche Dichtheit der letzteren wird durch 3 Sprengringe erreicht. Der zusammengesetzte Schieber gleitet zwischen 2 ebenfalls kongruenten

Fig. 56.

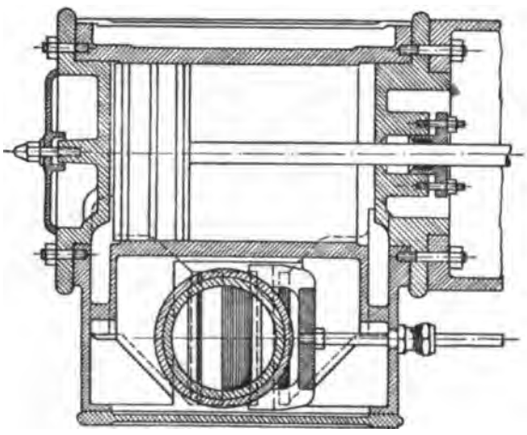


Fig. 57.

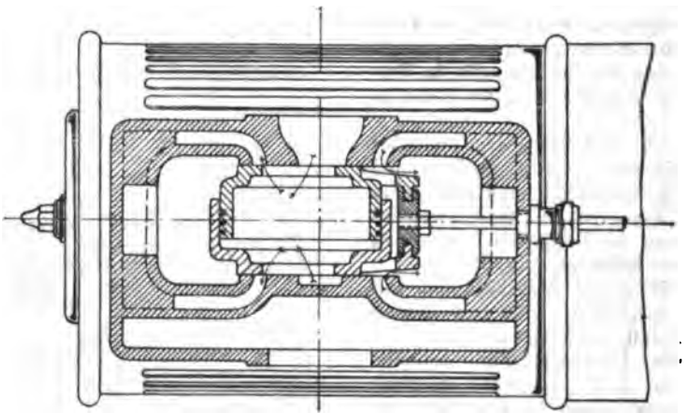


Fig. 58

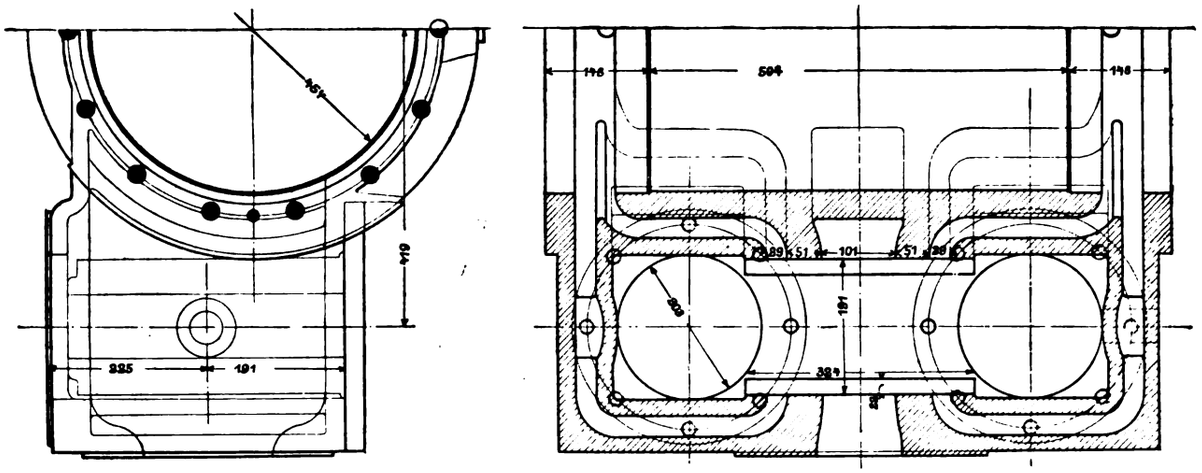


Fig. 59.

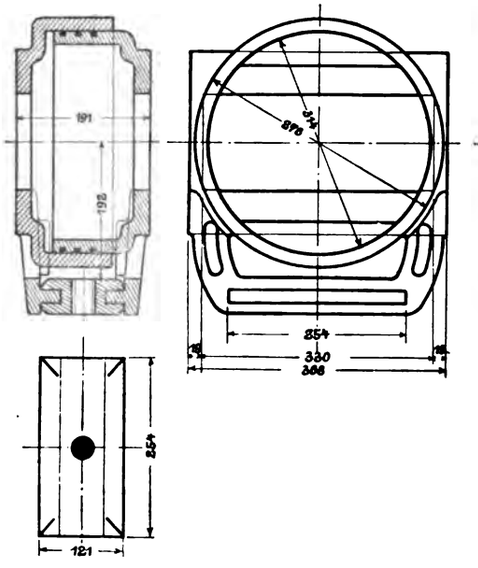
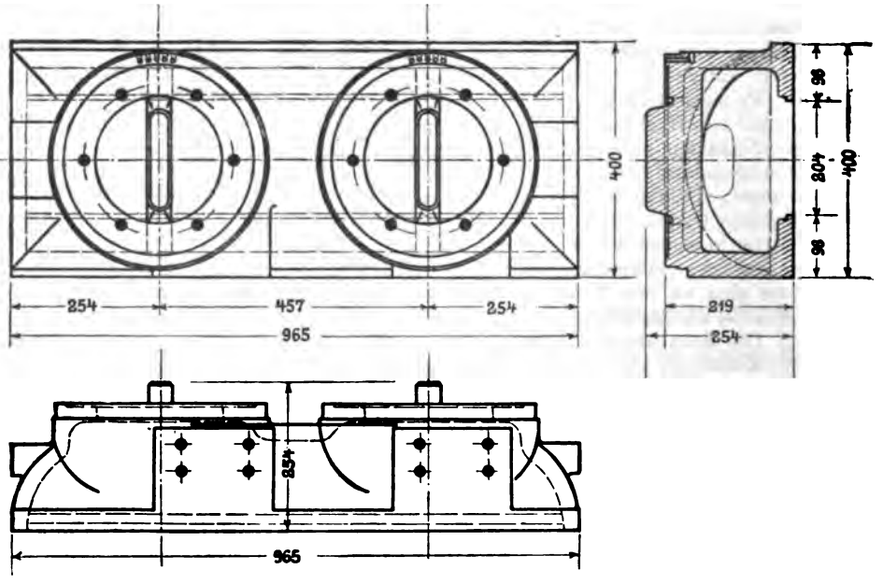


Fig. 60.



Schieberspiegelflächen des Hochdruckcylinders, gegen welche die Schieberhälften stets durch den innen einströmenden Arbeitsdampf gepresst werden. Die Dampfzuführung in den Schieberkasten erfolgt seitlich, die Ueberströmung in den Niederdruckcylinder durch zwei Ausströmungsöffnungen unten.

Fig. 56 und 57 stellen die gleiche entlastete Schiebersteuerung dar für eine Eincylindermaschine, nur ist sie von der vorhergehenden Anordnung insofern verschieden, als die Schiebergleitflächen senkrecht gegen die vorherbesprochenen stehen, und die Dampfeinströmung oben, die einfache Ausströmungsöffnung unten sich befindet.

Der Niederdruckschieber, Fig. 60, ist nur teilweise entlastet, und zwar vermittels zweier Entlastungskolben, entsprechend der in Fig. 61 dargestellten Konstruktion eines Schiebers mit einfacher Entlastung. Wegen der grofsen Höhe des Niederdruckschiebers sind 2 Schieberstangen angebracht; aufserdem dienen Ansätze an den Seiten des Schiebers zu seiner zuverlässigen Führung innerhalb des Schieberkastens. . Die Ansätze auf dem Schieberrücken gleiten an Stellschrauben im Schieberkastendeckel.

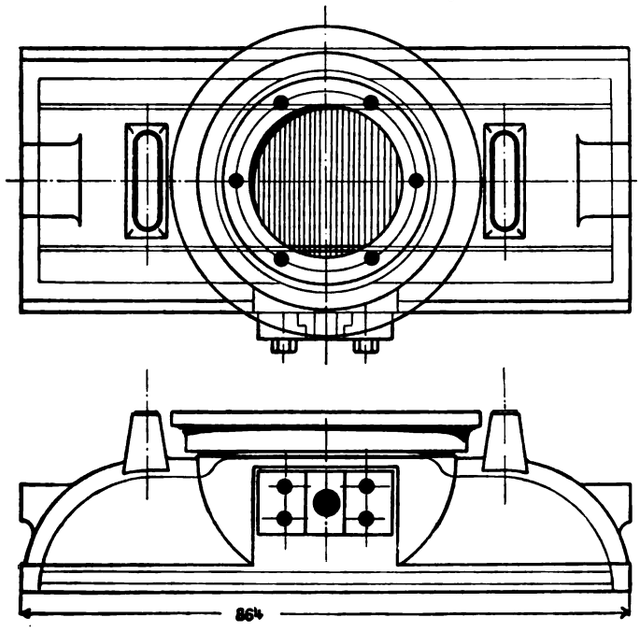
Die in Fig. 61 gegebene Schieberentlastung mittels eines einzigen Gegenkolbens findet für mittelgrofse Cylinder- und Schieberabmessungen Anwendung.

Das zugehörige Steuerexzenter mit Scheibe für unmittelbaren Schieberantrieb zeigt Fig. 62. Statt eines solchen wird aber auch der Antrieb des Niederdruckschiebers mit exzentrisch an der äufseren Schwungradnabe befestigtem Zapfen bewirkt, wobei dieselbe Hebelübersetzung wie auf der Hochdruckseite angeordnet wird.

Die Wirkungsweise des Regulators, Fig. 63, besteht in der Verdrehung des exzentrisch gelagerten Angriffszapfens der Schieberschubstange gegen ein mit der Schwungradnabe fest verschraubtes Exzenter.

Zu diesem Zweck ist um letzteres eine Scheibe, welche genannten Zapfen trägt und an welcher der Regulator angreift, drehbar gemacht.

Fig. 61.



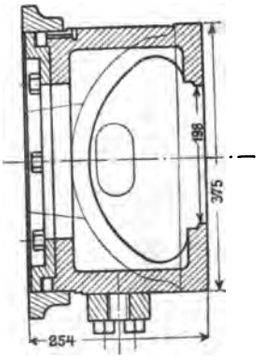
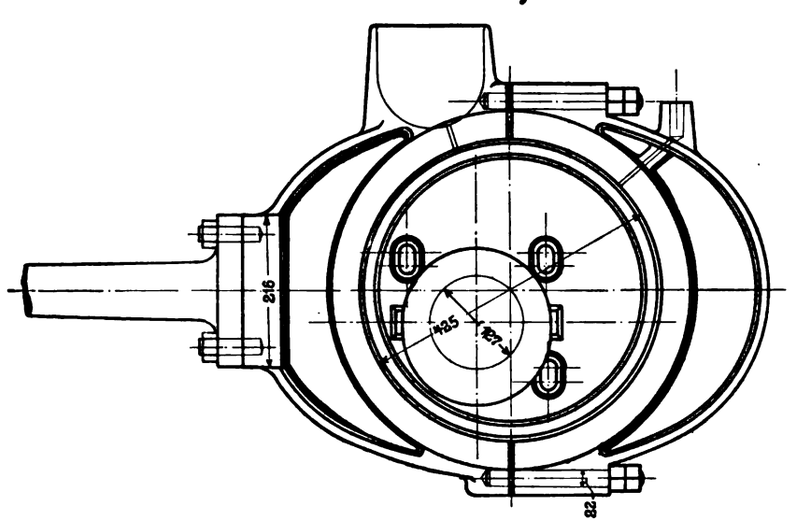


Fig. 62.



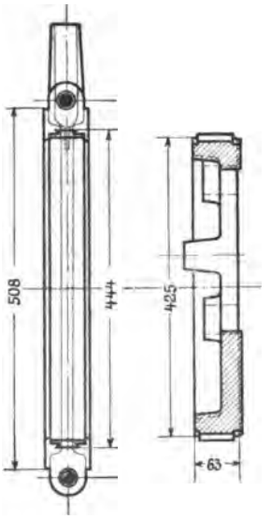


Fig. 63.

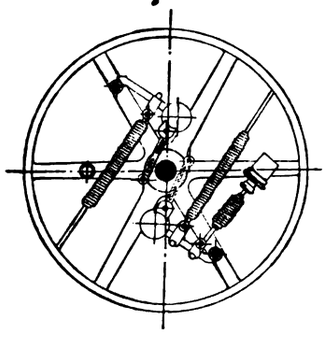
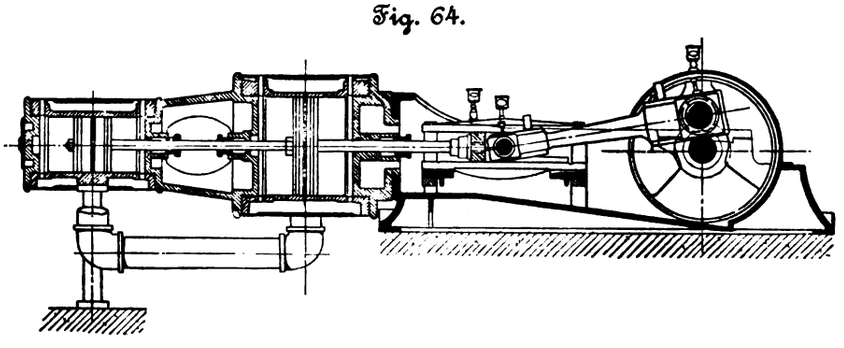


Fig. 64.



Der Einfluss des Regulators auf die Schieberbewegung ist so geregelt, dass bei den grofsen Füllungen das lineare Voröffnen nahezu konstant bleibt und bei den kleinsten Füllungen = 0 wird.

Der Regulator ist mit einer Oelbremse versehen, welche jedoch nicht wie gewöhnlich durch eine einfache Stange mit dem Gewichtshebel verbunden ist, sondern noch eine eingeschaltete Zug- und Druckfeder enthält. Ihre Stopfbüchsenmutter ist geschlitzt eingeschraubt, damit sie sich nicht selbstthätig öffne. Die Einstellung des Regulators

wird so bewirkt, dass bei Belastung der Maschine die Umdrehungszahlen gröfser sind als bei Leergang und erfolgt durch Verschieben der auf die Gewichtshebeln, aufgeklemmten Oelbufferstangen und Endaugen der Federn, welch letztere paarweise auf je einen Gewichtshebel wirken.

Vorbezeichnete Konstruktionseinzelheiten finden für Dampfmaschinengröfsen bis zu 1000 PS und für alle üblichen Aufstellungsarten der Mehrfach-Expansionsmaschinen Anwendung.

In der Ausstellung ist noch eine 60pferdige Eincylinder-Auspuffmaschine seit einem Jahr in Betrieb.

Fig. 65.

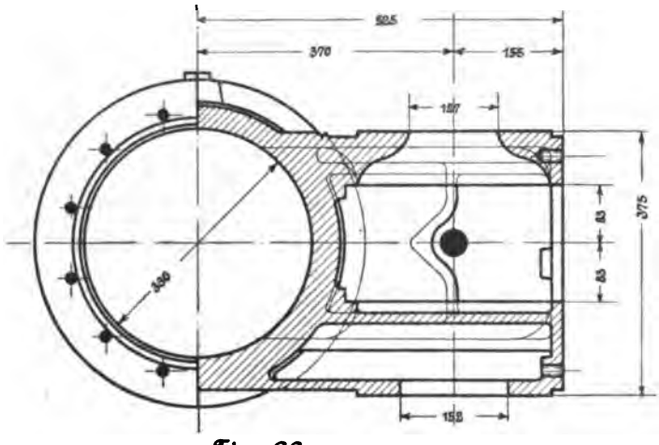
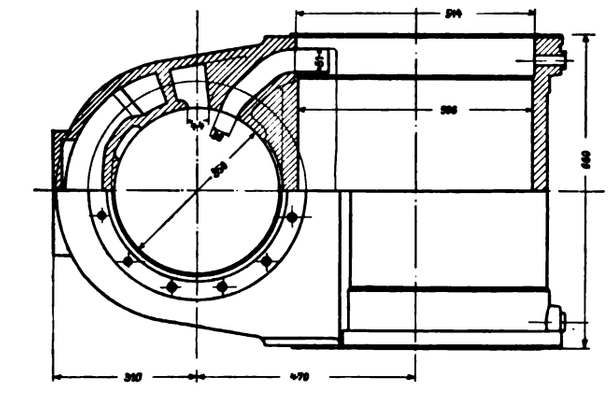


Fig. 66.



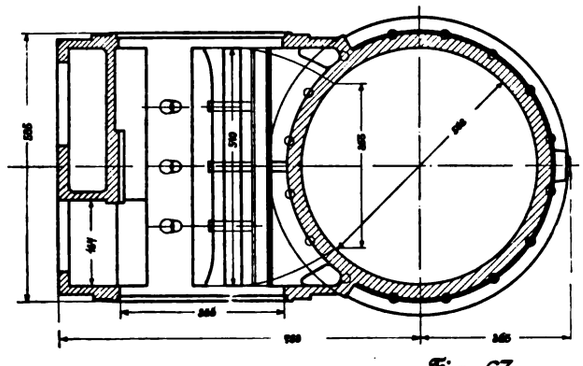
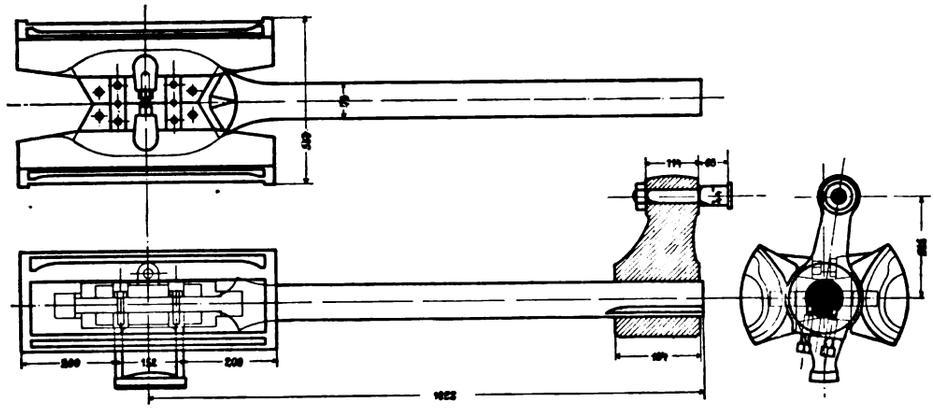
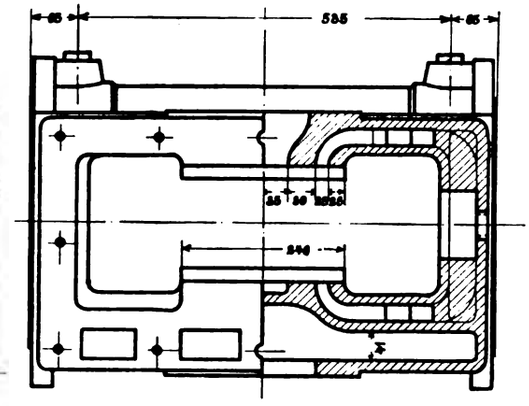


Fig. 67.





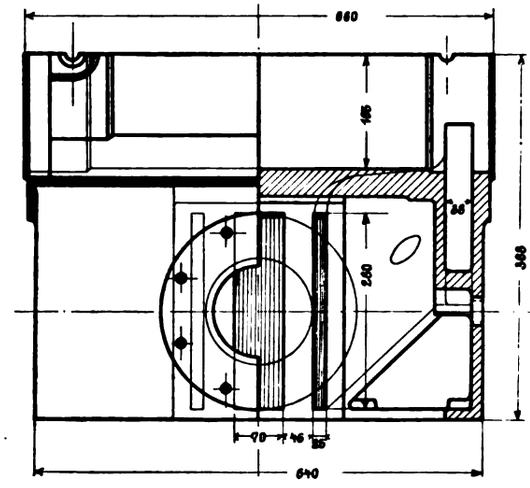


Fig. 64 zeigt einen Querschnitt durch Rahmen und Dampfcylinder einer Tandem-Verbundmaschine; die Schiebersteuerungen der beiden Cylinder liegen auf verschiedenen Seiten und werden in derselben Weise wie bei der beschriebenen Verbundanordnung angetrieben. Der hintere Niederdruckcylinderdeckel hat ein Mannloch, durch welches der Niederdruckkolben und die Cylinderbohrung zu vorübergehender Prüfung zugänglich gemacht sind.

Die Fabrik arbeitet mit 300 Arbeitern bei Tag- und Nachtbetrieb und führt nur diese Dampfmaschinen als einzige Spezialität aus.

The Ball and Wood Co., New York.

Die Fabrik stellt 6 Maschinen aus, welche in der äufseren Form und in den meisten Einzelheiten der Konstruktionen der Ball Engine Co. entsprechen.

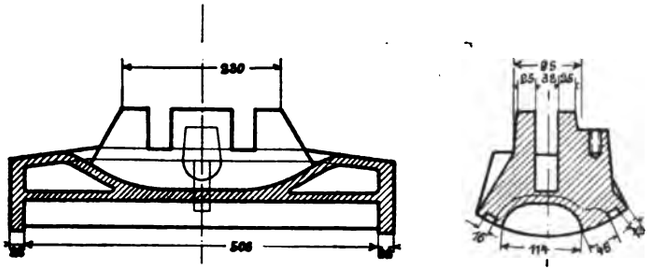
3 Tandem-Verbundmaschinen von je 150 PS (230 Min.-Umdr., 330 und 508 mm Cylinderdmr., 406 mm Hub), aufgebaut auf einer durchlaufenden Sohlplatte, Diese trägt den Maschinenrahmen. an welchen der Niederdruckcylinder frei schwebend angeschraubt ist. Hinter diesem, durch eine Laterne zentrisch verbunden, ist frei schwebend der Hochdruckcylinder ange-

bracht. Die Laterne, welche durch einen häßlich aussehenden elliptischen Ständer unterstützt wird, schafft die Zugänglichkeit zu den beiden durchgehenden Stopfbüchsen der Kolbenstange.

Beide Kolben arbeiten mit gemeinsamer Kolbenstange auf eine Kurbelkröpfung. Die viergleisige Kreuzkopfführung ist auf das Maschinenbett aufgeschraubt.

Lagerung der Kurbelwelle und Anbringung der Schwungräder ist wie üblich. Das Hochdruckseiten-Schwungrad enthält den Federregulator und Antrieb für die Hochdrucksteuerung. Uebersetzung der Exzenterbewegung der Schieber durch einen Schwinghebel; zwischen diesem und der Stopfbüchse am Hochdruckcylinder ist ein Gelenk ohne Schieberstangenführung angebracht. Die Steuerung am Hochdruckcylinder, Fig. 65, erfolgt durch einen entlasteten Flachschieber. Die Schieberspiegelflächen sind, wie vorher bei Wood Engine Co. beschrieben, quer zum Cylindermantel und wagerecht gelegt.

Fig. 68.



Das Einströmungsrohr mündet auf der oberen Fläche des Schieberkastens ein. Die Dampfausströmung geht durch ein Rohr nach abwärts und unter dem Maschinenrahmen hindurch in den Schieberkasten des Niederdruckcylinders, Fig. 66. Dieser ist als mächtiger, cylindrischer Kasten unter dem Niederdruckcylinder ausgebildet und enthält eine Drehschiebersteuerung.

Der Antrieb des Drehschiebers erfolgt vom Niederdruckseiten-Schwungrad aus durch einen Zapfen und Schubstange

Fig. 69.

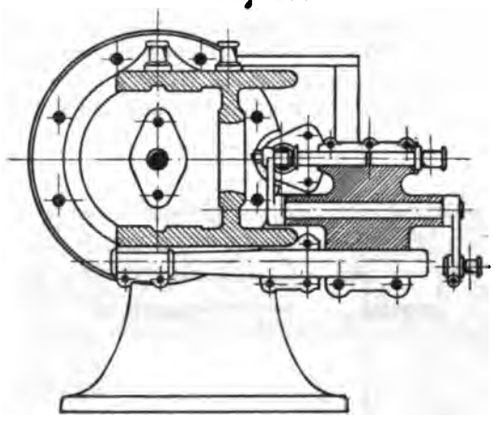
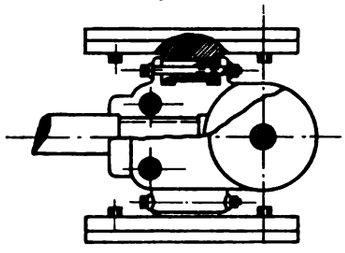


Fig. 70.



auf den Antriebshebel bei entsprechend weit ausladender Lagerung.

Der Drehschieber, Fig. 67, besteht aus 2 von einander unabhängigen und frei beweglichen Kanalschiebern, Fig. 68, welche von dem flachen, oval geformten

Fig. 71.

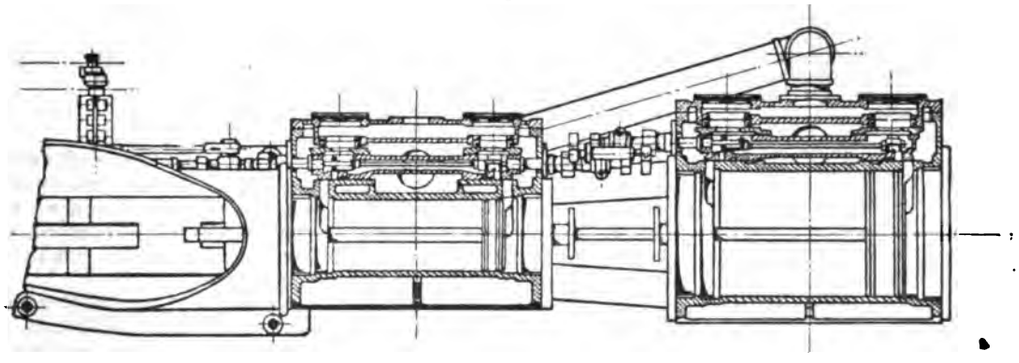
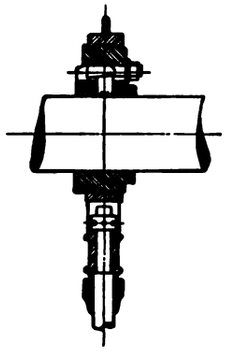


Fig. 72.



Ende der Schieberstange erfasst werden. Da sie um die wagerechte Ebene schwingen und keine hintere Führung für die Schieberstange geschaffen ist, werden die beiden Schieber durch ein zwischen sie an die Schieberstange angeschraubtes Cylindersegment getragen. Die in der Zeichnung, Fig. 67, sichtbare mittlere Stellschraube verhindert die Schieber von der Gleitfläche abzuklappen.

Der Regulator, ähnlich wie der vorher beschriebene konstruirt, hat 4 Federn und Gewichte nebst Oelbremse. Für den Schieberstangenangriff ist ein Zapfen, nicht ein Exzenter angebracht.

Verbundmaschine von 200 PS mit neben einander liegenden Cylindern, welche auf Kurbeln arbeiten, die unter 180° versetzt sind. Die Kurbelwelle ist in 3 Lagern gestützt und enthält an den äufseren Enden die beiden Schwungräder. Hochdrucksteuerung, wie vorher beschrieben. Niederdrucksteuerung mit Drehschiebern auf der zweiten Maschinenseite. Der Niederdruckschieberkasten ist wie vorhin an der unteren Seite des Niederdruckcylinders angebracht. Der Ueberströmungsdampf geht vom Hochdruckcylinder aus abwärts und durch 2 Krümmer nach aufwärts in den erwähnten Schieberkasten.

Vierfacher Riementrieb für Dynamos. Min.-Umdr. der Maschine = 280, Cylinderdmr. 356 und 559 mm, Kolbenhub 305 mm.

2 Eincylindermaschinen von je 150 PS, 230 Min.-Umdr., Cylinderdmr. 406 mm, Hub 406 mm; konstruirt wie die erstbeschriebene Tandem-Verbundmaschine, nur unter Wegfall des Niederdruckcylinders mit Drehschiebersteuerung.

Buckeye Engine Co., Salem, Ohio.

Von den 6 von dieser Firma ausgestellten Dampfmaschinen laufen 4 mit hoher Umdrehungszahl.

Liegende Verbundmaschine mit Kondensation von 300 PS_i bei 150 Min.-Umdr. Dampfcylinderdmr. 356 und 711 mm bei 610 mm Hub. Gewöhnliches Balkenbett (sogen. Tangye-Bett) mit freischwebenden Cylindern und viergleisiger Geradführung. Die Kurbeln stehen unter 90° und haben aufgeschraubte Scheiben als Gegengewicht. Hochdrucksteuerung mit 2 Flachschiebern und 2 Exzentern. Federregulator auf Expansionsexzenter wirkend. Uebertragung der Bewegung beider Exzenter auf die Schieber durch gemeinschaftliche Schwinge, Fig. 69. Das Grundexzenter greift am grofsen Hebelarm der letzteren an, während das Expansionsexzenter

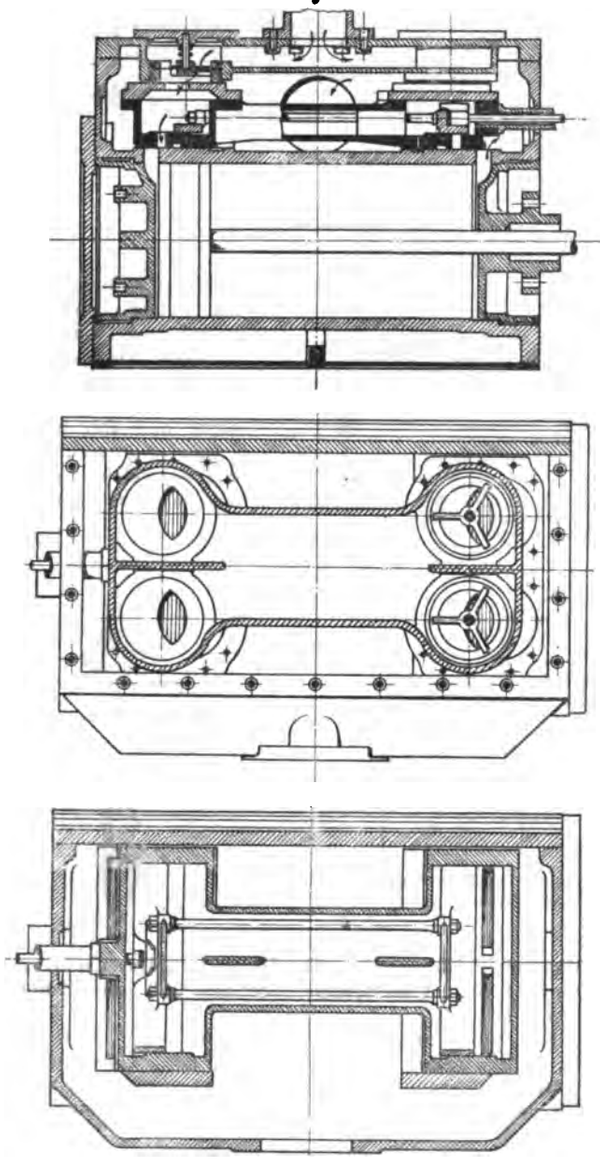
auf einen zweiten, in der Schwinge drehbaren Hebel überträgt.

Die Dampfkammer wird lediglich durch das Ueberströmrohr zwischen beiden Cylindern gebildet. Die Füllung wird bei der Regulirung in jedem Cylinder verändert; daher ist für Hoch- und Niederdruckseite ein besonderer Federregulator vorhanden.

Auf der Kurbelwelle sitzt eine Riemscheibe von 3 m Dmr. für einen 700 mm breiten Doppellederriemen.

Zwei liegende kurzhubige Eincylinder-Auspuffmaschinen von je 100 PS_i mit 180 und 240 Min.-Umdr.

Fig. 73.



Die Formgebung des Rahmens ist bei ihnen verschieden; für die niedrige Umdrehungszahl ist viergleisige Kreuzkopfführung verwendet, während für den rascheren Gang zweigleisige Kreuzkopfführung nach Fig. 69 und 70 ausgeführt ist.

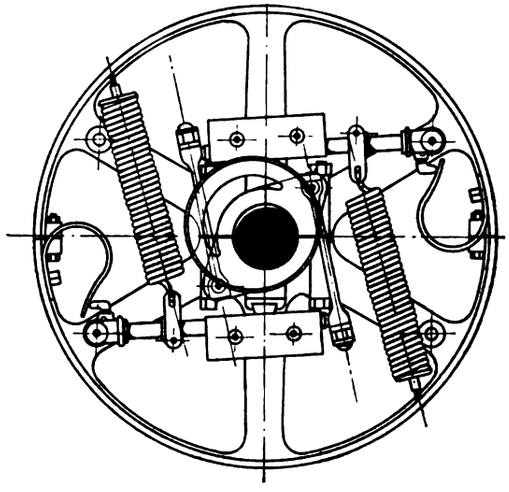
Tandem-Einkurbelmaschine mit Kondensation von 150 PS_i und 225 Min.-Umdr.

Einen Querschnitt durch die Dampfcylinder dieser Maschine zeigt Fig. 71; beide haben entlastete Expansions-Doppelschiebersteuerung. Die Grund- und Expansionsschieber des Hoch- und Niederdruckcylinders werden von je einem Exzenter gemeinschaftlich angetrieben; der Regulator wirkt somit auf Veränderung der Füllung in beiden Cylindern.

Die gemeinschaftlichen Einzelheiten in der Konstruktion vorbezeichneter Maschinen sind:

Alle Exzenter haben kugelförmige Lauffläche, Fig. 72, zur Verhinderung seitlicher Reibung und um Oelfang am unteren Teil des Exzenterringes zu schaffen. Lokomotivkreuzkopf aus Stahl, Schlitten mit 10 mm dicker Kompositionseinlage. Die Kolbenstangen-Stopfbüchsen haben Metall-

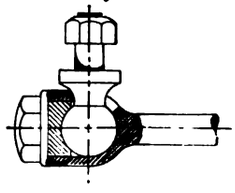
Fig. 74.



liderung der U. S. Metallic Packing Co.; die Nachstellung ist selbstthätig durch innen liegende Federn bewirkt. Die Stopfbüchsenbrille ist mit auffallend hohen Flanschen festgeschraubt.

Der Expansionsschieber besteht nur aus 2 kleinen, durch eine Stange mit einander verbundenen Platten und gleitet auf einer im Innern des Grundschiebers befindlichen Gleitfläche. Der Grundschieber ist durch Gegenkolben entlastet, und zwar je nach der Schiebergröfse durch 2 bis 4 Kolben. Die Schieberkonstruktion ist aus Fig. 73 erkennbar.

Fig. 75.

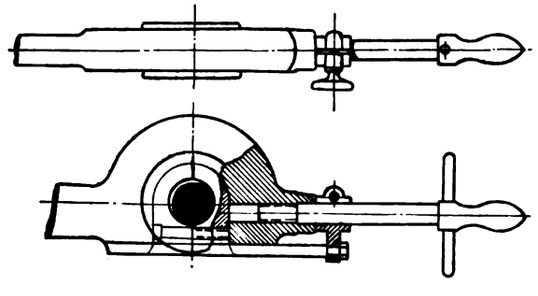


Die Schieberstangen stecken in einander und sind durch Stopfbüchsen geführt und abgedichtet. In der Seitenwand des Schieberkastens befinden sich kreisrunde Oeffnungen, um die Entlastungsvorrichtung der Grundschieber zugänglich zu machen, während diese selbst durch Deckel auf dem Schieberkasten von oben zugänglich gemacht sind.

Die Doppelschiebersteuerung bezweckt leichte Regulirbarkeit und günstige Dampfverteilung bei allen Füllungen.

Durch den Regulator ist bei Verstellung der Steuerung

Fig. 76.



nur der kleine, geringe Widerstände bietende Expansionsschieber zu bewegen, und es werden nur die Einströmungs- und nicht auch die Ausströmungsverhältnisse verändert.

Der Regulator, Fig. 74, wird aus 2 symmetrisch gelagerten Gewichtshebeln mit Zugfedern gebildet.

Der Hebelausschlag wird durch Gelenke mit Kugellagern, Fig. 75, auf das um die Schwungradachse zentrisch drehbare Exzenter übertragen. Die auf die Gewichtshebel einwirken-

den U-Federn haben den Zweck, beim langsamen Anlassen der Maschine der Zentrifugalwirkung der ersteren zu Hilfe zu kommen, um nachzulassen, sobald die Spiralfedern in richtiger Spannung sind.

Mit dem Grundexzenter ist eine Auslösvorrichtung, Fig. 76, verbunden. Die Exzenterstange legt sich mit einseitig offenem Auge auf zusammengeschraubte Lagerbüchsen des Schieberstangen-Kreuzkopfzapfens; ein an der freien Seite des Auges vorgeschobener Riegel, welcher durch eine Klemmschraube auf einem Handgriff in seiner Lage gehalten wird, hindert ein selbstthätiges Oeffnen. Die Verbindung wird von Hand, durch Lösung der Klemmschraube, Zurückschieben des Riegels und Ausheben der Exzenterstange mittels des Handgriffs ausgelöst. Alsdann kann der Schieber von Hand frei bewegt werden.

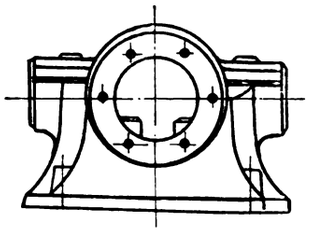
Die Kurbellager sind schräg abgeschnitten, ausgenommen bei Dreifach-Expansionsmaschinen und überhaupt bei grofsen Maschinen, welche vierteilige Lagerschalen erhalten.

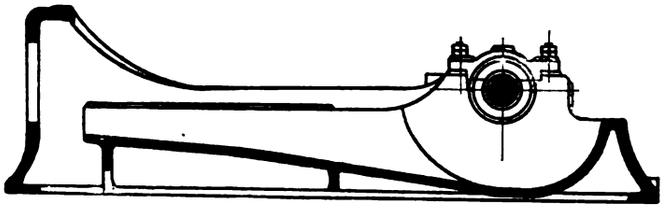
Die Uebertragung der Exzenterbewegung auf die Schieber geschieht ausschliefslich durch die Schwingen, Fig. 69.

Erie City Iron Works, Erie, Pa.

Zwei liegende Eincylindermaschinen von 135 PS_i mit 381 mm Cylinderdmr. und 365 mm Hub bei 27,5 Min.-Umdr. Gabelförmiger Rahmen, Fig. 77, mit 2 Schwungrädern als Riemscheiben, davon eines mit Regulator. Es sind drei Lager für die gekröpfte Kurbelwelle vorhanden, wovon das dritte unabhängig auf einem besonderen Sockel ruht. Die Verbindung der aus Stahl hergestellten Wellenkröpfung mit dem Gegengewicht zeigt Fig. 78. Flache viergleisige Geradführung. Dampfcylinder mit gewöhnlicher Kolbenschiebersteuerung, Fig. 79. Die Schieberschubstange greift am Zapfen einer kleinen Gegenkurbel an, welche durch den Regulator

Fig. 77.





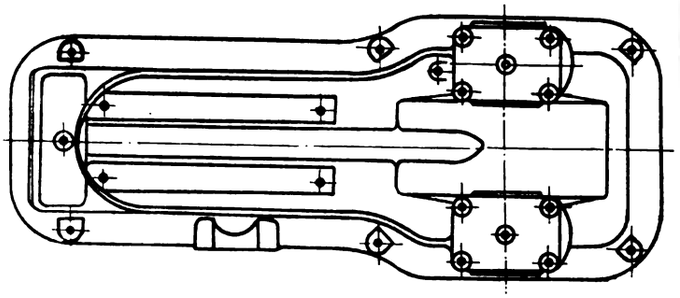
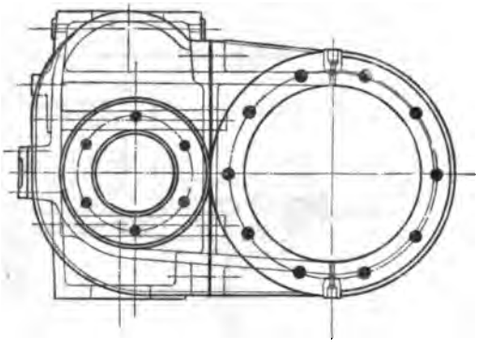
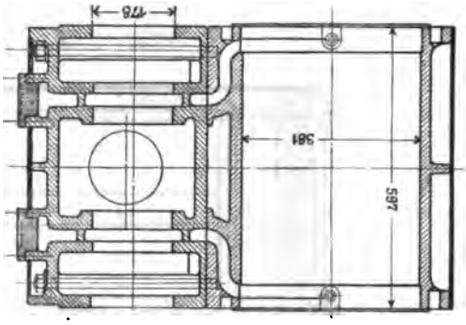
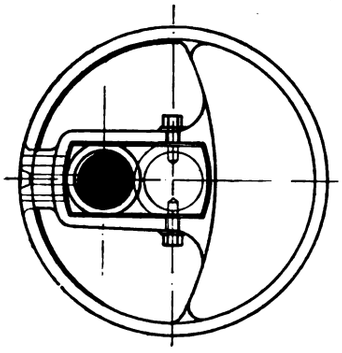


Fig. 78.

Fig. 79.







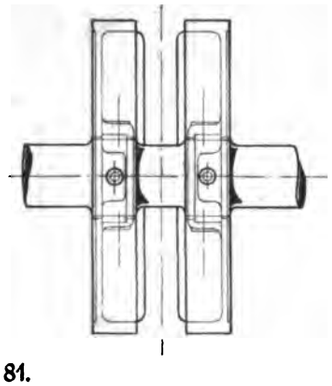


Fig. 81.

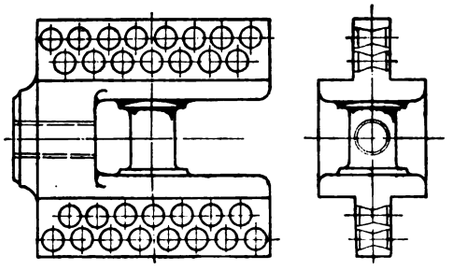
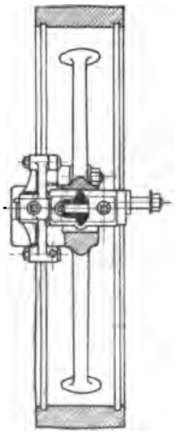
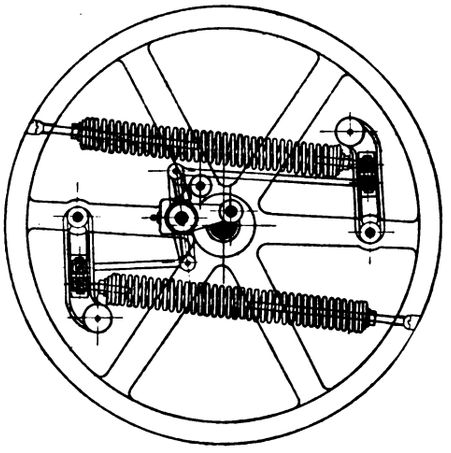


Fig. 80.





verdreht wird. Hebelübersetzung für den Antrieb der Schieberstange. Der Regulator arbeitet mit 2 Schwunggewichten und 2 Federn ohne Oelpumpe, Fig. 80.

Der Schieberkasten ist metallisch dicht an den Dampfcylinder angeschraubt. Der gusseiserne Kreuzkopf und Kreuzkopfzapfen sind aus einem Stück, Fig. 81. Kolbenstange eingeschraubt, Schubstange mit Kappenköpfen.

Die eine Maschine arbeitet mit 2, die andere mit 3 Riemscheiben auf ebenso viele Dynamos.

100 PS-Eincylindermaschine mit sogen. Tangye-

Bett, Fig. 82. Aufgeschraubte viergleisige Führung. Dampfcylinderdmr. 457 mm, Kolbenhub 559 mm bei 160 Min.-Umdr.

Gusseiserne Kurbelscheibe mit Gegengewicht und unabhängiges, zweites Lager für Kurbelwelle.

Fig. 82.

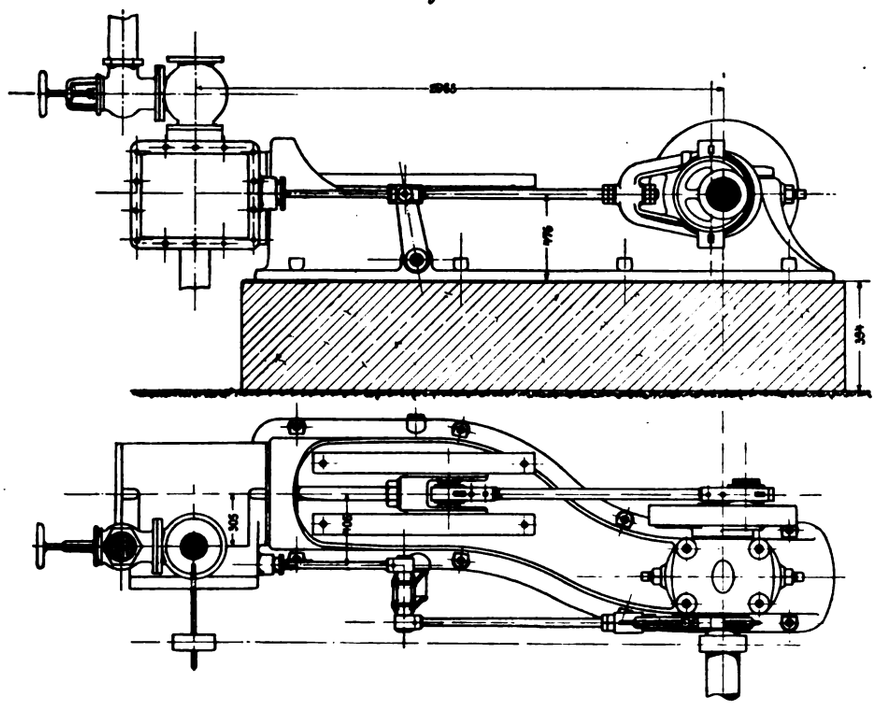


Fig. 85.

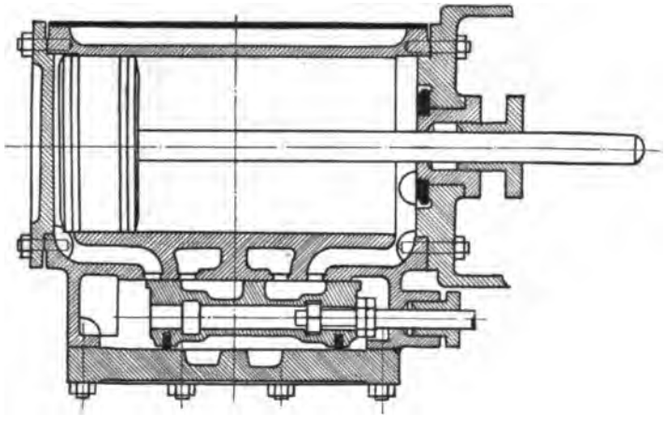
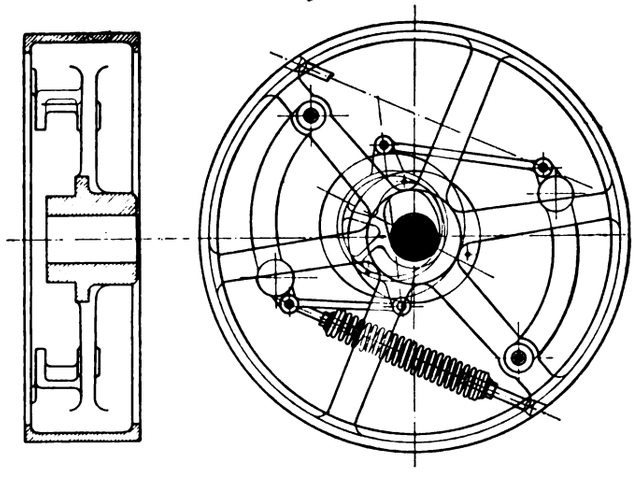


Fig. 87.



Kompositionslager am Kurbelzapfen und am Wellenlager. Die Konstruktion des letzteren zeigt Fig. 83.

Exzentersteuerung, Fig. 84, in Verbindung mit entlastetem Flachschieber, Fig. 85 und 86. Regulator in einer besonderen Scheibe, Fig. 87. Schwungrad als Riemscheibe von 1,98 m Dmr. bei 0,61 m Riemenbreite. Schubstangenköpfe mit Kappen.

Fig. 83.

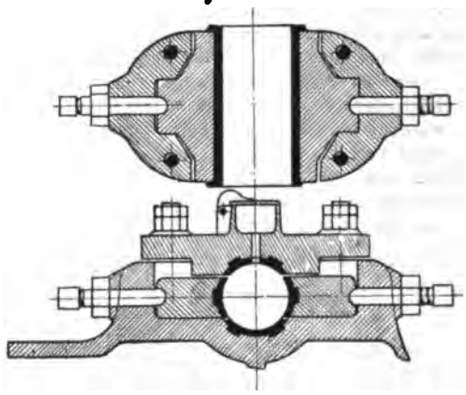


Fig. 84.

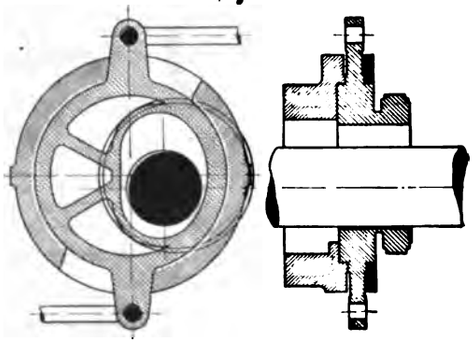
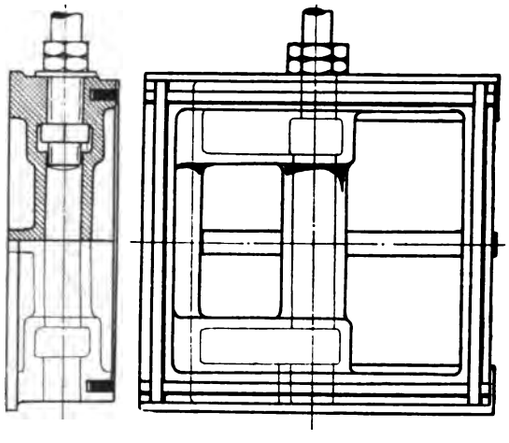


Fig. 86.



Eincylindermaschine. Freischwebender Cylinder mit Corliss-Steuerung. Federregulator.

A. L. Ide & Son, Springfield, Ill.

Die Maschinen dieser Firma haben ein sehr gefälliges, äufserst einfaches Aussehen und sind in allen Teilen eigenartig und wohl durchdacht. Der Name des Konstrukteurs hat zur Maschinenbezeichnung »Ideal« geführt.

Die Firma stellt eine liegende Tandem-Maschine, Fig. 88, von 250 PS aus, welche bei 245 Min.-Umdr. 2 Dynamomaschinen antreibt. Die Cylinderdmr. betragen 330 mm und 559 mm bei 406 mm Hub.

Die Maschine ist auf einer mächtigen Sohlplatte mit freischwebenden Cylindern montirt.

Auf der Sohlplatte ruht der eigentliche Maschinenrahmen. Er ist gabelförmig ausgebildet mit schräg geteilten, nicht stellbaren Kurbellagern am äufseren Ende versehen. Die zweigleisige Kreuzkopfführung liegt innen und ist während des Ganges nicht sichtbar. Nur durch seitwärts angebrachte Verschlussdeckel kann der Kreuzkopf zugänglich

Fig. 88.

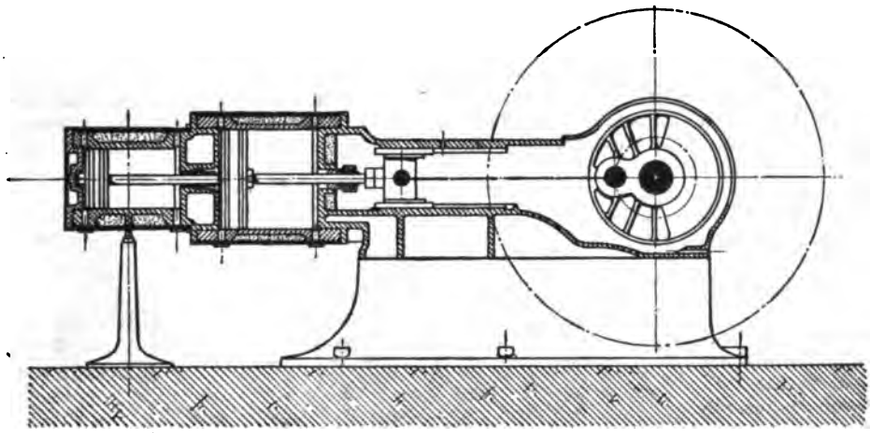


Fig. 93.

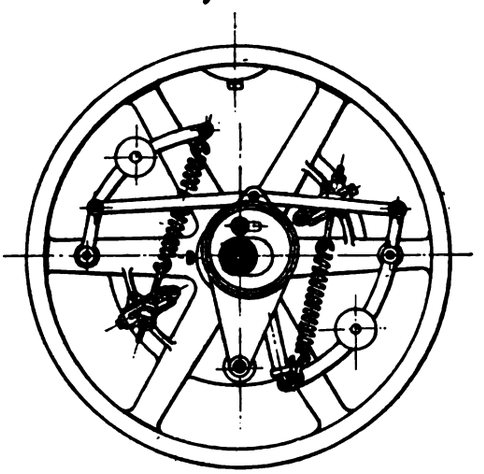


Fig. 89.

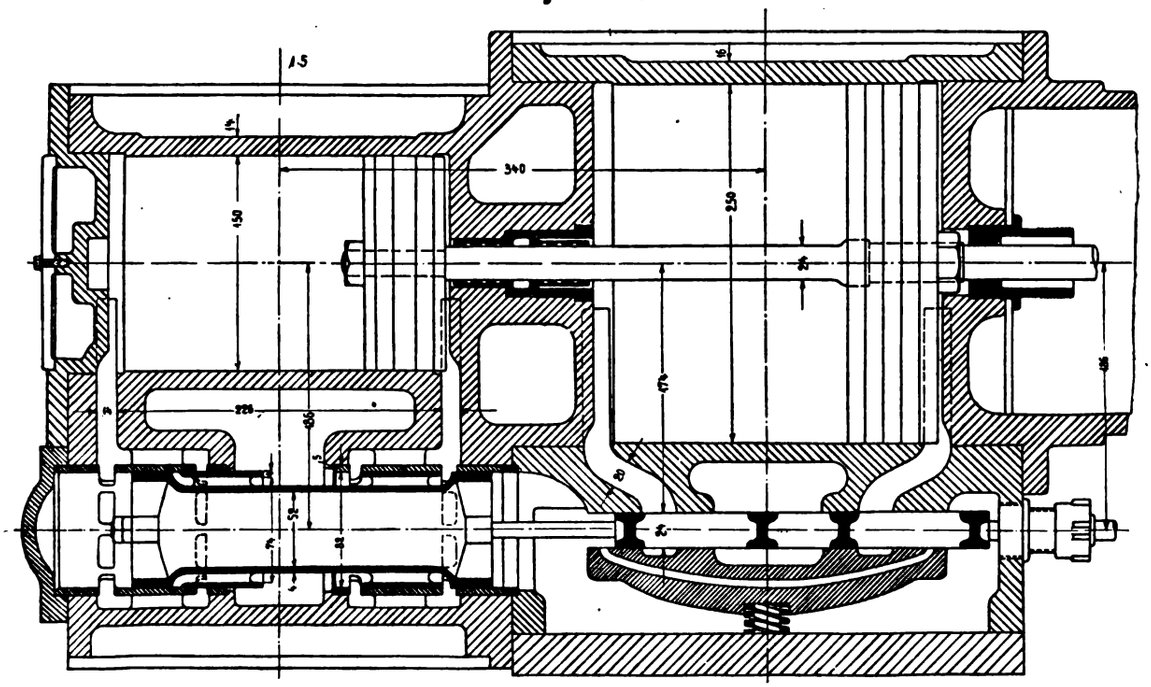
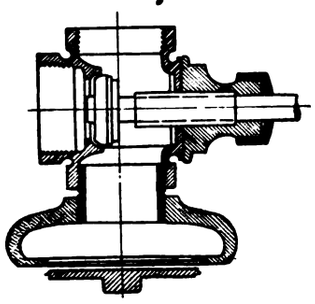


Fig. 90.



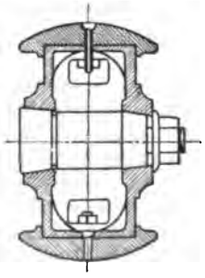


Fig. 91.

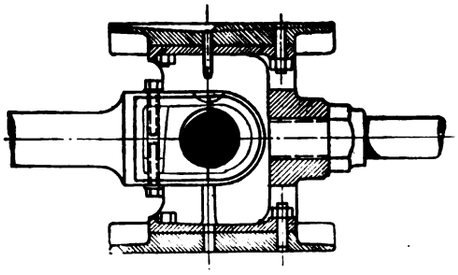
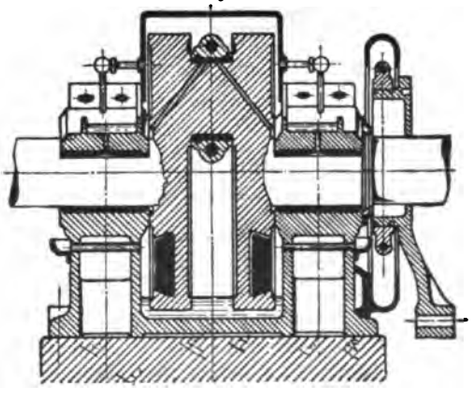


Fig. 92.



gemacht werden. Ebenso ist die Kurbel durch eine sauber gearbeitete Verschlussklappe vollständig abgedeckt, sodass das Triebwerk vollständig eingeschlossen ist, und die Maschine aufserordentlich sauber im Betrieb gehalten werden kann.

Die Kurbelwelle trägt auf jeder Seite ein Schwungrad für Riemenantrieb. Das eine Schwungrad enthält auf der Lagerseite den Federregulator im unmittelbaren Zusammenhange mit dem Exzenterantrieb für die Dampfmaschinensteuerung.

Beide Dampfcylinder sitzen fliegend am Rahmen, der Hochdruckcylinder auf den Niederdruckcylinder geschraubt.

Die Stopfbüchse zwischen Hoch- und Niederdruckcylinder liegt in dem beiden Cylindern gemeinschaftlichen Deckel und besteht aus einer nicht nachstellbaren, langen Metallhülse mit Oelkammer, Fig. 89.

Der weit herausragende Hochdruckcylinder ist durch eine Säule mit stellbarer Schraube unterstützt. Mit der Entwässerungsarmatur an der Unterseite der beiden Cylinder sind die Sicherheitskapseln, Fig. 90, deren untere ebene Wand bei gefährlichen Wasserschlägen berstet, verbunden.

Die Steuerung des Niederdruckcylinders erfolgt durch einen entlasteten Rahmenschieber mit vierfacher Einströmung, die des Hochdruckcylinders durch einen Trickschen Kolbenschieber mit Inneneinströmung, Fig. 89.

Beide haben gemeinsamen Antrieb mit durchlaufender Schieberstange, welche nur am Niederdruckcylinder eine Stopfbüchse erhält.

Die Dampfzuströmung mündet von oben in den Schieberkasten des Hochdruckcylinders.

Die Ueberströmung in den Niederdruckcylinder liegt teilweise innerhalb des Kolbenschiebers. Die Ausströmung vom Niederdruckcylinder geht senkrecht nach abwärts.

Das Triebwerk wird selbstthätig durch ein unterhalb der Kröpfung im Rahmen angeordnetes Oelbad geschmiert. Kurbelzapfen mit Schubstangenkopf tauchen bei jeder Umdrehung der Maschine teilweise in das Oel ein und schleudern es innerhalb des geschlossenen Rahmens gegen die zu schmierenden Teile des Triebwerkes. Die Gleitflächen des Kreuzkopfes werden hierdurch unmittelbar geschmiert; zum Kreuzkopfzapfen gelangt das Oel durch geeignete Durchbohrungen des Schubstangenkopfes und der Schlitten, Fig. 91; zum Kurbelzapfen durch schräge Bohrungen in der Wellenkröpfung, Fig. 92. Besondere Rinnen an den Gehäusewänden fangen das Oel auf und führen es nach den in der Nähe der Kurbellager auslaufenden Durchbohrungen der Wellenkröpfung

Fig. 94.

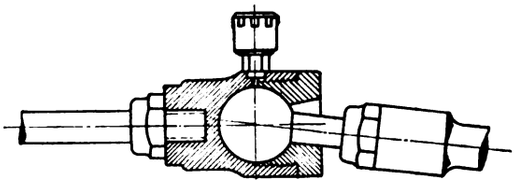
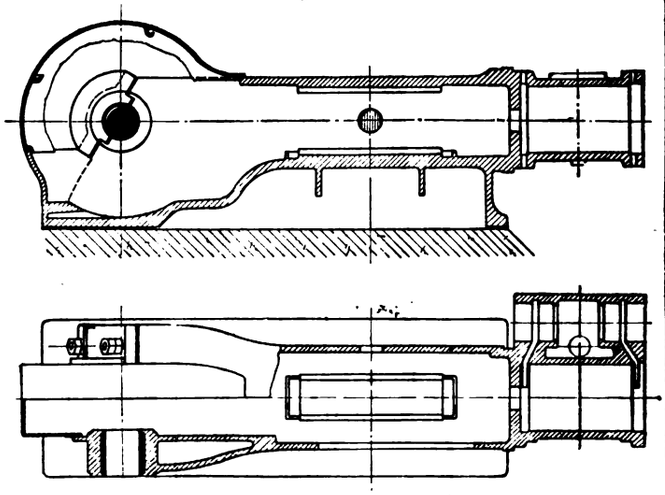


Fig. 95.



durch welche es vermöge der Zentrifugalkraft nach den Kurbelzapfengleitflächen gelangt. Auch die Wellenlager erhalten mittels Winkelröhrchen ihre Schmierung aus dem Oelbad, wie Fig. 92 zeigt, und das gebrauchte Oel aller Triebwerkteile läuft zur Wiederbenutzung in den unteren Teil des Rahmens zurück.

Die Eigentümlichkeit des Schwungradregulators, Fig. 93, dessen Anordnung aus früheren Berichten schon bekannt ist [1]), besteht darin, dass die Feder zum Gewichtshebel spitzwinklig und mittels Schrauben verstellbar ist, welche in schräg zur Verstellungsrichtung gelegten kleinen Kulissen verschoben werden. Eine Oelbremse begegnet plötzlichen Veränderungen und Zuckungen des Regulators.

Eine zweite Maschine gleicher Bauart für 125 PS bei 245 Min.-Umdr. ist als Eincylindermaschine ausgeführt. Cylinderdmr. 406 mm, Hub 406 mm.

Gesteuert wird durch Kolbenschieber mit Inneneinströmung; Dichtung der Steuerung durch Sprengringe. Schiebergleitflächen durch eingesetzte Büchsen gebildet. Der

Fig. 96.

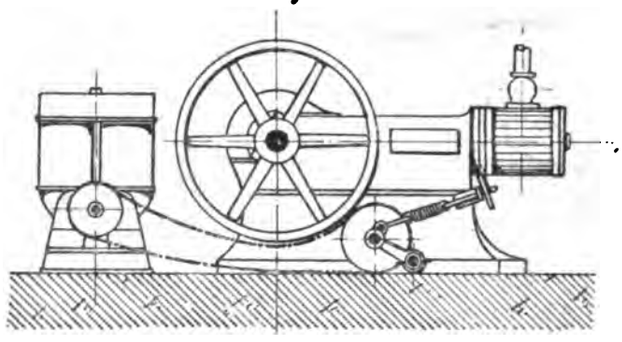
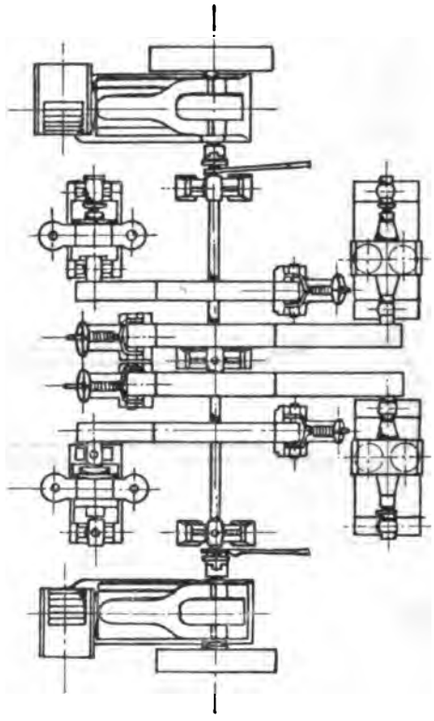


Fig 97.



Schieberkasten wird nicht mehr wie früher unter den Dampfcylinder gelegt und der Schieber durch doppelarmigen Hebel angetrieben, sondern seitlich in die Höhe der Cylinderachse mit unmittelbarem Antrieb des Steuerexzenters. Die Dampfzuführung erfolgt auch nicht mehr durch den hinteren Schieberkastendeckel, sondern oberhalb des Schieberkastens.

Exzenter- und Schieberstange sind durch Kugelgelenk, Fig. 94, verbunden; Schieberstange ohne besondere Führung.

Der Regulator liegt bei beiden Maschinen auf der Innenseite des Schwungrades.

Fig. 95 giebt die Querschnitte durch Rahmen und Cylinder der kleinen eincylindrigen Schnellläufer, bei welchen

[1]) Z. 1887 S. 734.

neuerdings die bezeichneten Teile nebst Schieberkasten aus einem Stück gegossen werden.

Ein eigentümlicher Riementrieb wird bei den kleinen Schnellläufern in Verbindung mit Dynamomaschinen zur Ermöglichung geringen Abstandes beider angewendet.

Der Treibriemen läuft endlos um die Antriebscheibe der Dynamomaschine und um eine unterhalb der Riemscheibe der Betriebsmaschine auf einem drehbaren Hebel gelagerte Leitrolle, Fig. 96. Durch Verdrehen des Hebels mittels Schraube und Handrades kann der Riemen an die Triebscheibe der Dampfmaschine angelegt oder von ihr entfernt werden.

Fig. 97 zeigt 4 Dynamomaschinen, in derselben Weise von 2 auf eine gemeinschaftliche Welle wirkenden Dampfmaschinen angetrieben.

Harrisburg Foundry Machine Works, Harrisburg, Pa.

Die Firma ist Mitinhaberin der Patente der Ide-Maschine.

Sie stellt zwei sehr sorgfältig ausgebildete Tandem-Verbundmaschinen, mit Kurbelkröpfung, auf zwei Schwungräder arbeitend, aus.

Aufbau der Maschine: kräftige Bettplatte, welche den eigentlichen Maschinenrahmen mit gabelförmigem Kurbellager

Fig. 98.

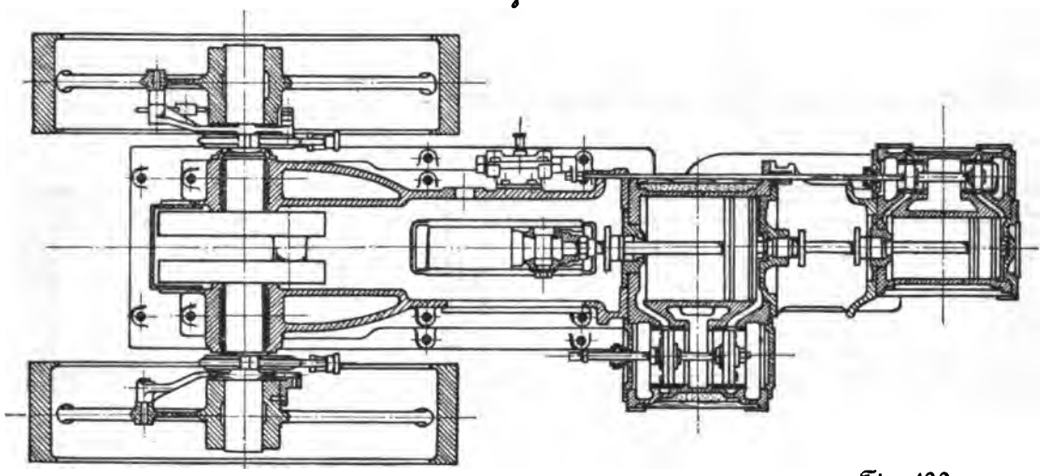
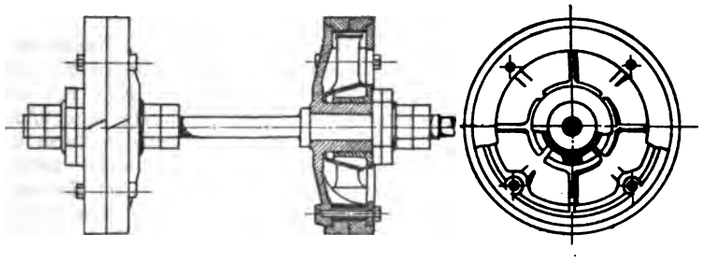


Fig. 99.



und innen liegender Steuerführung trägt. Zentrisch mit dem Maschinenbett ist der Niederdruckcylinder verbunden und mit diesem durch eine grofse offene Laterne der Hochdruckcylinder. Die Laterne stützt sich auf die untere, die ganze Länge der Maschine durchlaufende gemeinsame Bettplatte.

Einen wagerechten Schnitt durch die Maschine zeigt Fig. 98.

Hochdrucksteuerung durch Kolbenschieber mit Ide's Federregulator.

Uebersetzung vom Exzenter zur Schieberstange durch Bajonett- und Prismenführung am Maschinenbett. Uebertragung zu dem hinten liegenden Hochdruckcylinder geht durch Niederdruckcylinderverkleidung. Hinter letzterer ist ein Kugelgelenk eingeschaltet (in der Zeichnung nicht angegeben), um die seitliche Cylinderausdehnung aufzunehmen.

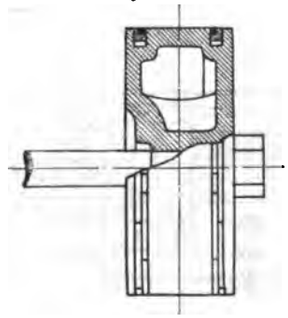
Exzenterstange zum Anlassen der Maschine auslösbar und Schieber von Hand verstellbar. Ueberströmungsrohr ohne Dampfkammer geht nach abwärts und schliefst in sehr einfacher Weise unten seitwärts an den Niederdruckcylinder. Die Niederdrucksteuerung, ebenfalls mit Kolbenschieber, liegt auf der zweiten Seite der Maschine; das Antriebsexzenter sitzt zwischen Schwungrad und Wellenlager. Es ist von Hand ähnlich verstellbar wie das Hochdruckexzenter durch den Regulator und überträgt die Bewegung unmittelbar mit geringer Kröpfung der Exzenterstange auf den Kolbenschieber. In die Uebertragungsstange ist gleichfalls ein Kugelgelenk eingeschaltet, ohne besondere Führung der Schieberstange aufserhalb des Schieberkastens.

In besonderer Weise sind die Kolbenschieber ausgebildet, Fig. 99. Sie besitzen 4 durch zentralen Konus radial verstellbare Speichen aus Rotmetall, welche die Kolbendichtungsringe nach aufsen pressen. Die Einstellung der letzteren durch den mittleren mit Gegenmuttern gesicherten Konus erfolgt derart, dass sie unter Dampf vollständig dicht an der Schiebergleitfläche schleifen. Die Gefahr des Klemmens der Schieber bei längerem Stillstande der Maschine beseitigen die aus Metall hergestellten Speichen, welche beim Erkalten sich stärker zusammenziehen als die Führungsbüchsen des Schieberkastens. Nachdem die Dichtungsringe abgenutzt sind, kann durch Nachstellen des Konus der Schieber wieder dicht gemacht werden.

Die Dichtung des Dampfkolbens erfolgt im Hochdruckcylinder durch leichte gusseiserne Sprengringe, im Niederdruckcylinder durch mehrfach geteilte Doppelringe, Fig. 100, welche durch eine gröfsere Zahl Neusilberfedern nach aufsen gepresst werden.

Die zweite Maschine ist eine Tandem-Maschine mit einfacher Kurbel und zweitem unabhängigem, schräg geteiltem Lager der Schwungradwelle. Dieselbe Bauart wie vorher, ohne Fundamentrahmen. Die Schubstange arbeitet auf eine Kurbelscheibe. Die Steuerung für Hoch- und Niederdruckcylinder liegt auf der zweiten Seite. Die Niederdruckschieberstange ist hohl, die Hochdruckschieberstange geht durch sie hindurch und überträgt hinter dem Niederdruckcylinder die Bewegung auf den Hochdruckkolben durch ein sehr hässlich ausgebildetes Bajonett.

Fig. 100.



Phoenix Iron Works, Meadville, Pa.

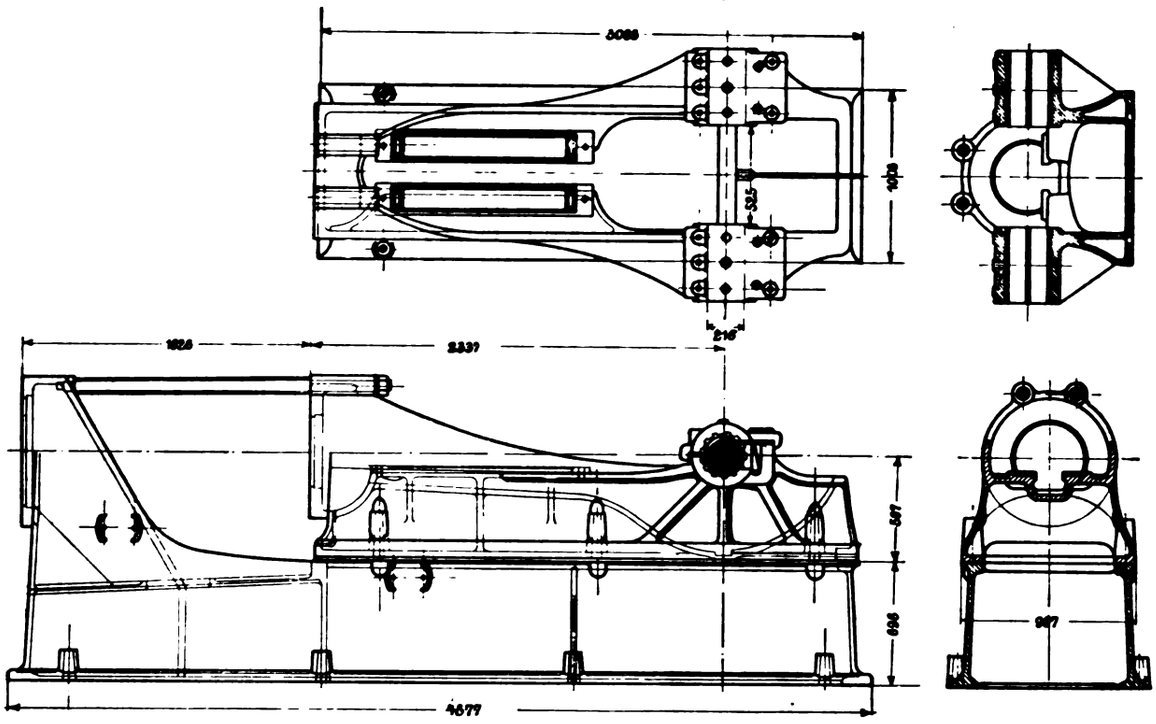
Dick & Church-Maschine. Eincylindrige liegende Auspuffmaschine von 250 PS, auf eine Kurbelkröpfung, Fig. 103, arbeitend, über welche gusseiserne Kurbelscheiben als Gegengewichte aufgezogen sind. Auf jeder Wellenseite ein Schwungrad. An einem Schwungrade befindet sich der Federregulator.

Das Antriebsexzenter liegt zwischen Schwungrad und Welle und übersetzt durch ein Bajonett mit prismatischer Führung auf die Kolbenschieberstange. Der Schieberkasten ist an den Dampfcylinder angegossen, die Dampfkanäle liegen geneigt und tangiren im tiefsten Punkte des Cylinders, Fig. 104.

An der unteren Cylinderseite sind Entwässerungsröhrchen und Sicherheitsventile leicht zugänglich angebracht. Cylinderdmr. 470 mm, Kolbenhub 457 mm, 220 Min.-Umdr.

Der Maschinenrahmen, Fig. 101, mit viergleisiger Führung, ist unmittelbar auf das Fundament gesetzt.

Fig. 101.



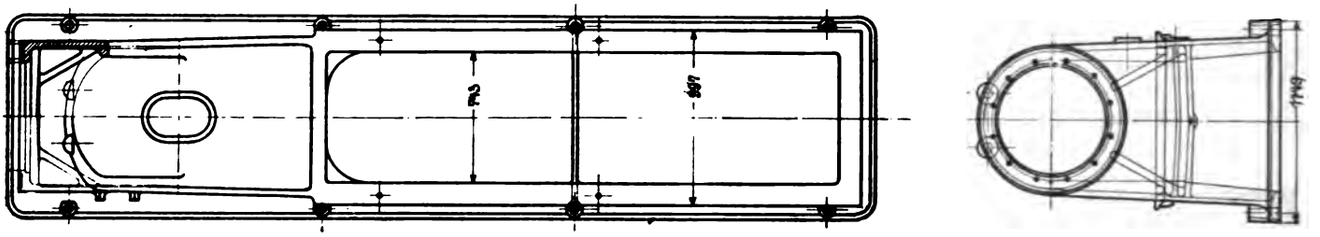
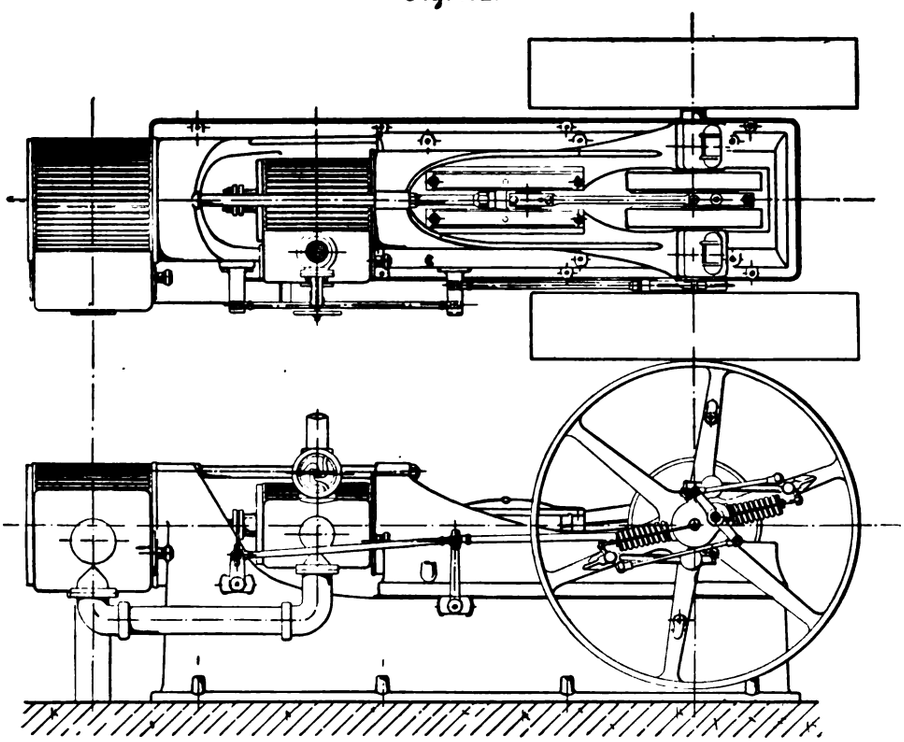


Fig. 103.

Fig. 102.



Kleine Eincylindermaschine. Die Konstruktionseinzelheiten sind vollkommen gleich mit denen der vorherbeschriebenen Maschine.

Höchst eigenartig ist die Bauart einer von dieser Firma ausgestellten 250 pferdigen Verbundmaschine. Eine mit dem Hochdruckcylinder gebildete Eincylindermaschine vorher beschriebener Form und Konstruktion ruht auf einer zweiten mächtigen Grundplatte, die nach rückwärts verlängert ist und den Rahmen für den mit ihr verschraubten, freischwebenden Niederdruckcylinder bildet. Zur Versteifung beider Rahmen sind am oberen Ende noch 2 Zugstangen zum Hochdruckbett durchgeführt. Die Aufstellungsweise dieser Maschine zeigen Fig. 102 und 103. Die genaue Uebereinstimmung der Cylindermittellinien wird dadurch erreicht, dass der Niederdruckcylinder an seinem Rahmenkopf durch Zentrirungsschrauben eingestellt werden kann, Fig. 107.

Als Vorteil dieser Konstruktion wird angeführt, dass das Ueberhängen zweier Cylinder an einem und demselben Rahmen vermieden wird.

Der sonstige Unterschied gegen die beschriebene Eincylindermaschine liegt nur im Steuerungsantrieb. Dieser er-

folgt im Zusammenhange mit dem Federregulator, wie beschrieben; jedoch geht die Exzenterstange zu einem Schwinghebel, von welchem aus ein Lenker zur Hochdrucksteuerung und ein zweiter Lenker zur Niederdrucksteuerung führt.

Die Steuerung beider Cylinder wird somit vom Regulator gleichzeitig beeinflusst, und zwar sind die Steuerungsverhältnisse so gewählt, dass bei veränderlicher Maschinenleistung die Arbeitsverteilung in beiden Cylindern nahezu gleich ist.

Fig. 104.

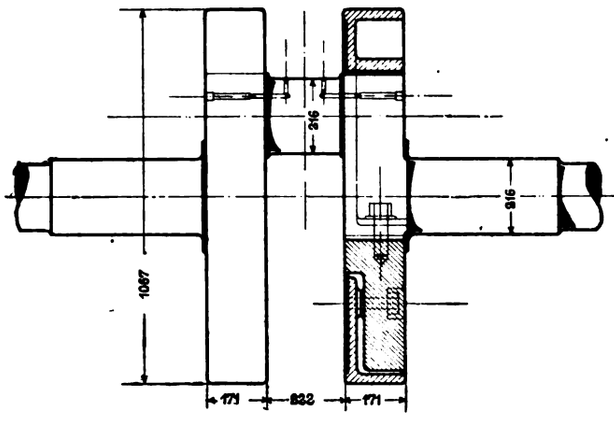


Fig. 105.

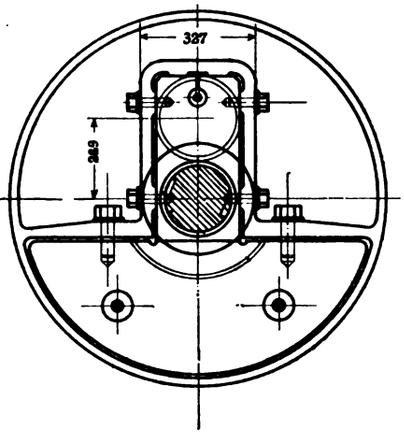
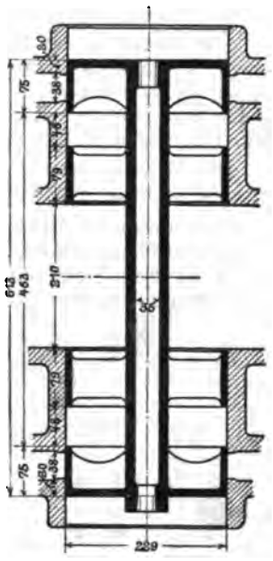


Fig. 106.



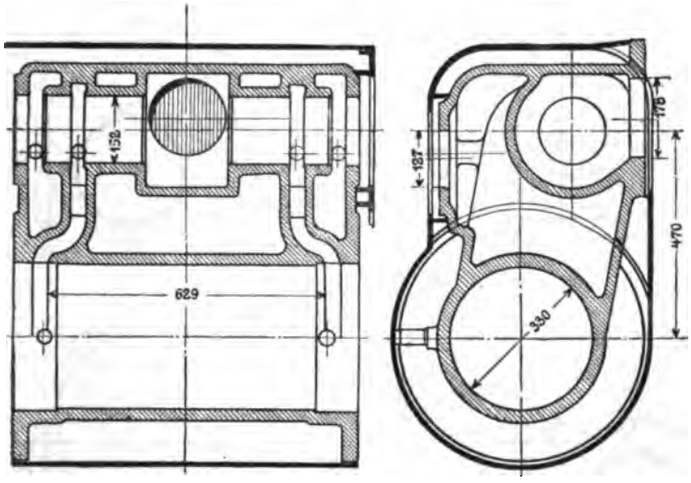


Fig. 107.

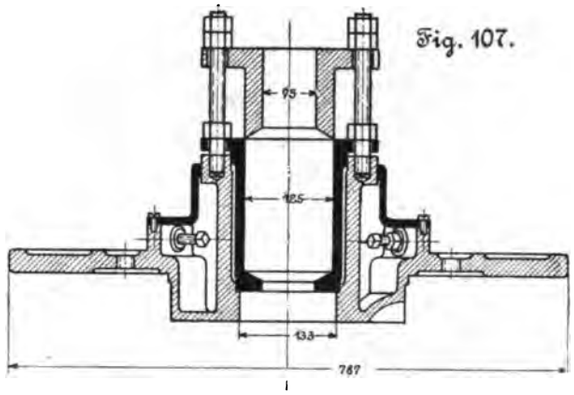
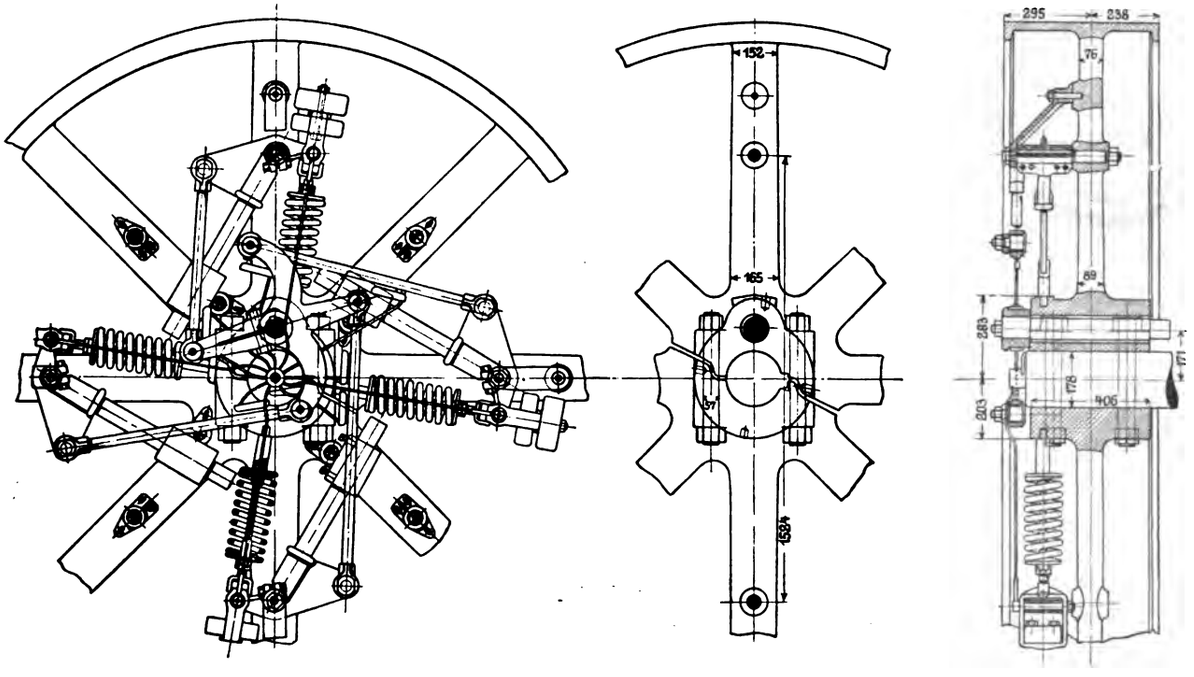


Fig. 108.



Das Ueberströmungsrohr zwischen beiden Dampfcylindern ist neben das Maschinenbett und unter die beiden Dampfcylinder gelegt. Der selbständig angetriebene Davidson-Kondensator liegt im Fundament.

Der untere Maschinenrahmen ist so tief ausgeschnitten, dass die Entwässerungsarmatur an der Unterfläche des Hochdruckcylinders noch vollständig zugänglich bleibt.

Das Aussehen der Maschine ist ein ungewöhnlich hässliches, ihr Gewicht anscheinend um mindestens die Hälfte gröfser als bei normaler Bauart. Der Federregulator erscheint infolge der durch die Zentralschmierung nötigen zahlreichen Röhrchen ungewöhnlich komplizirt.

Die Maschine macht 200 Min.-Umdr., die Cylinderdmr. betragen 343 mm und 610 mm, der Kolbenhub 457 mm.

Genau dieselbe Aufstellung weist die viercylindrige Dreifach-Expansionsmaschine von 500 PS auf. Es arbeiten einfach 2 Tandem-Verbundmaschinen obiger Konstruktion dadurch zusammen, dass die Enden der gekröpften Wellen jeder Maschine an der Nabe eines zwischen beiden angeordneten Schwungrades mit einander gekuppelt sind. Die so gebildete durchgehende, doppelt gekröpfte Welle trägt 3 Schwungräder: zwei an den Enden und ein schwereres in der Mitte, welches für jede Maschinenseite einen Regulator trägt. Die Cylinderverteilung ist derart, dass der Hochdruck mit einem Niederdruckcylinder und der Mitteldruck- ebenfalls mit einem Niederdruckcylinder zusammen arbeiten.

Unter den bei allen Ausführungsgröfsen gleichen Konstruktionseigentümlichkeiten sind folgende besonders hervorzuheben:

Die Kolben haben eingesprengte Gusseisendichtungsringe mit dahinter liegendem Spannring.

Die Kolbenschieber sind ohne Dichtungsringe und ohne Einsatzbüchsen in die Schieberkastengleitflächen eingeschliffen.

Dampfeinströmung erfolgt an den äufseren Steuerkanten der Schieber, Fig. 106, damit der Schieberkasten vor dem Anlassen der Maschine genügend angewärmt wird, im Gegensatz zur Inneneinströmung am Schieber.

Fig. 109.

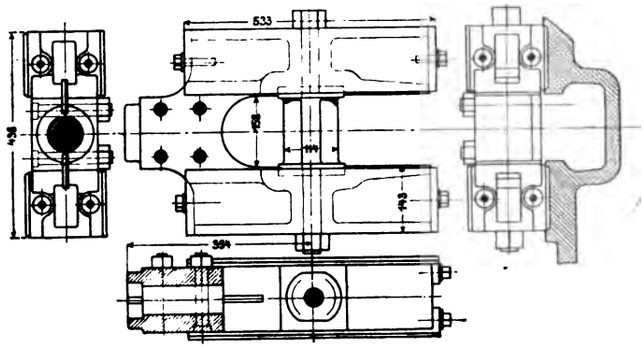


Fig. 110.

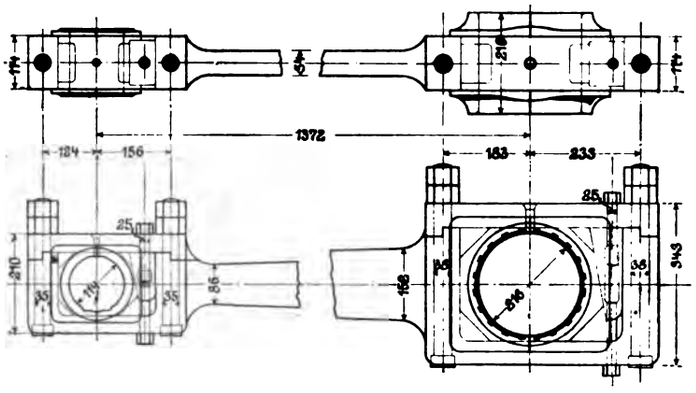


Fig. 111.

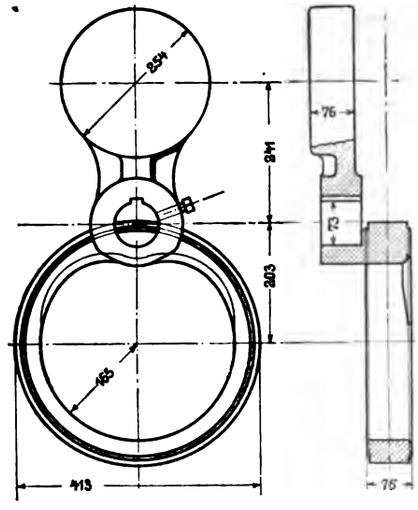
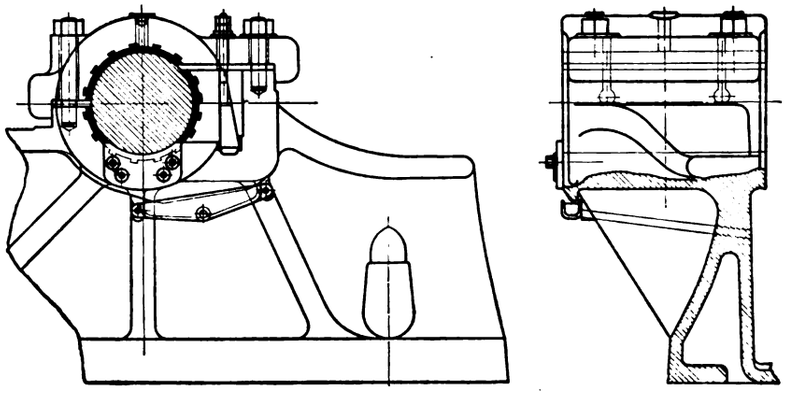


Fig. 112.



Der Kreuzkopfkörper ist aus Gusseisen und zur Befestigung der Kolbenstange zum teil geschlitzt; letztere wird eingeschraubt und durch Klemmschrauben festgeklemmt, Fig. 109.

Der stählerne Kreuzkopfzapfen ist mit viereckigen Ansatzflächen eingeschoben und durch einen Querbogen gehalten. Seine obere und untere Abflachung soll, da der Schubstangenkopf nur oszillirt, Gratbildung verhindern.

Die Schlitten haben Metalleinlagen mit Kompositionsgleitflächen.

Die Konstruktion der aus Schmiedestahl bestehenden Schubstangenköpfe zeigt Fig. 110. Das Kreuzkopfzapfenlager hat Bronze-, das Kurbelzapfenlager Kompositionslaufflächen.

Der Federregulator sitzt behufs leichter Zugänglichkeit an der Aufsenfläche der Schwungräder. Die Exzenterscheibe ist drehbar um die Achse eines Doppelhebels des Regulators und durch ein Gegengewicht ausgeglichen, Fig. 111.

Die für gewöhnlich doppelt angeordneten Gewichtshebel sind hohl und laufen auf Stahlschneiden; durch Verbindung mit dem genannten Doppelhebel wirken sie verdrehend auf das Exzenter ein. Die radialen Federn werden auf Druck beansprucht. Fig. 108 zeigt eine ungewöhnliche Ausführung mit 4 Schwunggewichten und 4 Federn.

Alle Regulatorgelenke sind mit einer in der Wellenmitte angeordneten Zentralschmierung durch Kupferröhrchen verbunden.

Fig. 112 zeigt noch genauer die Konstruktion des Wellenlagers mit einseitiger Nachstellung durch Zugkeil. Die Laufflächen sind aus Weifsmetall, das unmittelbar in den Lagerkörper und Deckel eingegossen ist.

Russell & Co., Engine Builders, Massillon, Ohio.

Die Firma hat 4 Maschinen von sehr gefälligen Formen ausgestellt.

Zunächst eine sorgfältig ausgeführte 200pferdige Tandem-Verbundmaschine mit 180 Min.-Umdr. Kräftiges Maschinenbett mit seitlich offener Rundführung, Fig. 113. Daran geschraubt der Hochdruckcylinder, hinter diesem der Niederdruckcylinder, dazwischen Laterne.

Unterstützung der Cylinder durch Rahmen, der zugleich das Ueberströmungsrohr bildet.

Kreuzkopf aus Gusseisen mit eingesetztem Stahlzapfen, Fig. 114; die Gleitflächen der Schlitten haben Kompositionsmetall, die Kolbenstange ist eingeschraubt und die Nabe durch eine halbkreisförmig gebogene Klammer, Fig. 115, mit 2 Schrauben zusammengezogen. Die Schubstange mit beiderseitig geschlossenen Lagerköpfen aus geschmiedetem Stahl; Länge derselben gleich dem sechsfachen Kurbelradius genommen.

Federregulator am Schwungrad treibt mit Bajonett und Prismenführung die Flachschiebersteuerung beider Cylinder an.

Die Kolben beider Dampfcylinder haben am Umfang breiten Weifsmetalleinguss, mit welchem sie auf den Cylindergleitflächen schleifen. Die Abdichtung bewirken zwei leichte federnde Gusseisenringe, Fig. 127.

Fig. 113.

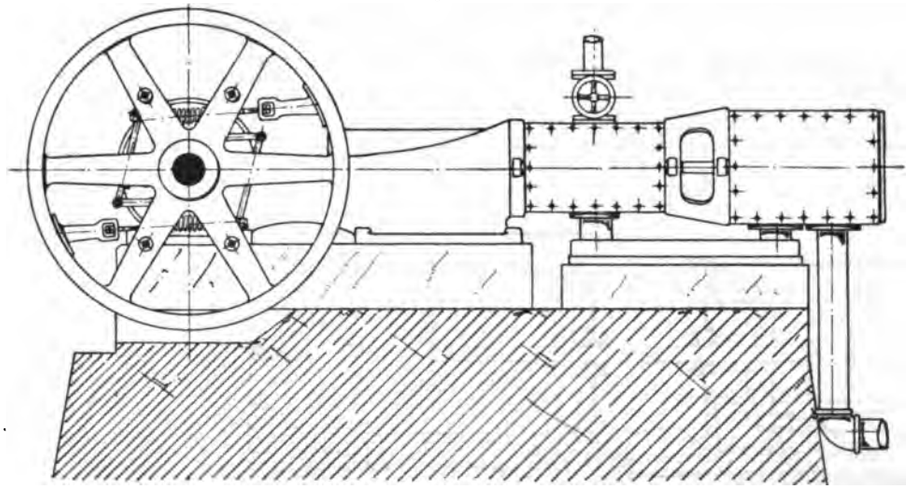


Fig. 114.

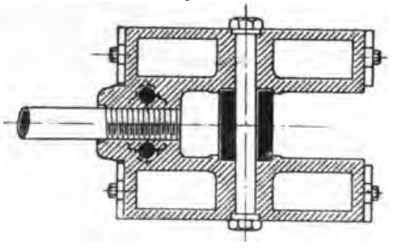


Fig. 115.

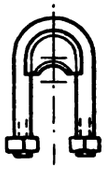


Fig. 117.

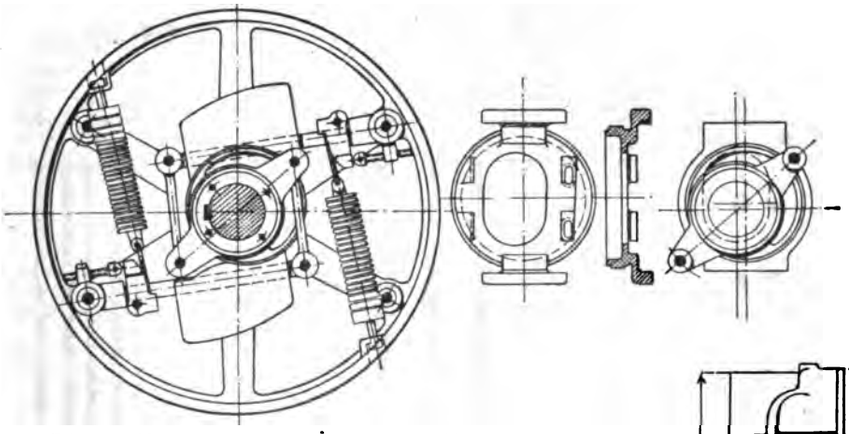
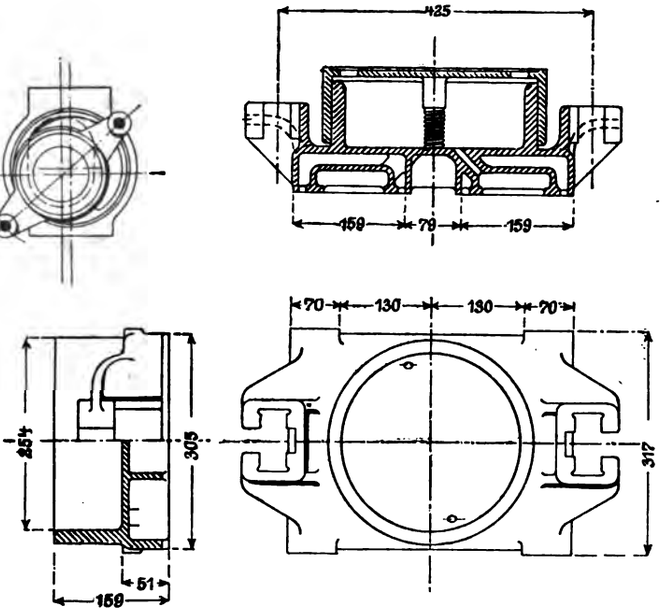


Fig. 116.



Die als Kanalschieber ausgebildeten Flachschieber sind durch einen Gegenkolben auf dem Rücken des Schiebers zum gröfsten Teil entlastet, Fig. 116.

Der innere Raum des Entlastungskolbens ist mit dem Auspuffraume des Schiebers durch schräg eingebohrte Kanäle verbunden.

Konstruktion und Wirkungsweise des Regulators erhellt aus der Fig. 117.

Durch die Schwunggewichte wird ein auf der Schwungradwelle lose sitzendes Exzenter verdreht. Die Verdrehung wird mittels eines in 2 senkrechten Richtungen geführten Mitnehmers auf das Antriebsexzenter nur soweit übertragen, dass letzteres eine der beabsichtigten Steuerungsveränderung entsprechende geradlinige Verschiebung erhält. Die zum Einstellen des Regulators erforderliche Nachstellbarkeit der Federn ist in Fig. 66 deutlich ersichtlich.

600pferdige liegende Tandem-Zwillingsmaschine mit sehr komplizirter Steuerung. Durchgehender Maschinenrahmen mit viergleisiger Führung, Fig. 118. Mit dem Rahmen ist der Hochdruckcylinder und mit diesem der Niederdruckcylinder zentrisch durch Laterne verbunden. Die Verbindung der letzteren mit den Dampfcylindern zeigt deutlicher Fig. 120; der Hochdruckcylinderdeckel kann, ohne die Laterne zu demontiren, abgehoben werden. Auch hier werden die Cylinder durch das Ueberströmungsrohr unterstützt, Fig. 126. Jeder Cylinder hat eine Doppelflachschieber-Expansionssteuerung und 2 Drehschieber für den Auslass, zu deren Antrieb 2 Exzenter mit 4 Uebertragungshebeln, 4 Schieberstangen und die Schwunghebel der Corliss-Schieber mit zusammen ungefähr 25 Gelenken ausgeführt sind.

Ein Exzenter bewegt die Grund- und Auslassschieber der beiden Cylinder, das zweite, mit dem Regulator ver-

bundene, wirkt auf die Expansionsschieber der Hoch- und Niederdruckcylindersteuerung ein. Die Weitläufigkeit der Steuerung lassen die Fig. 118 und 119 einigermafsen erkennen.

Die Grundschieber, Fig. 121, steuern einen einfachen Kanal, während die Expansionsschieber als dreifache Gitterschieber ausgebildet sind, Fig. 122. Die Einzelkonstruktion der Hoch- und Niederdruckcylinder zeigen die Fig. 123 und 124.

Fig. 118.

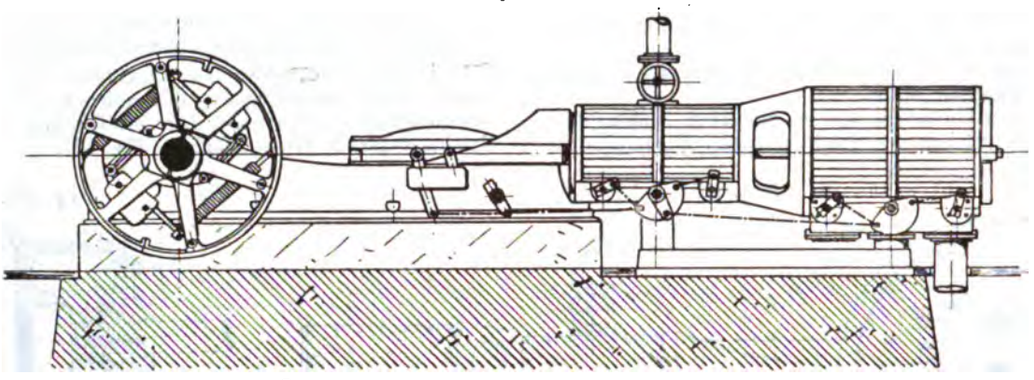


Fig. 119.

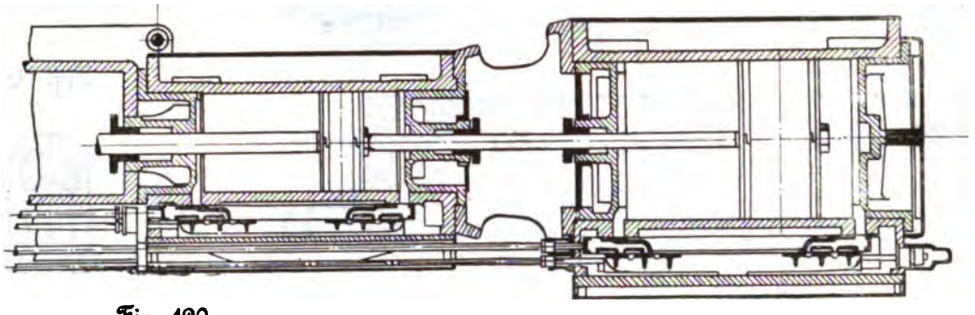


Fig. 120.

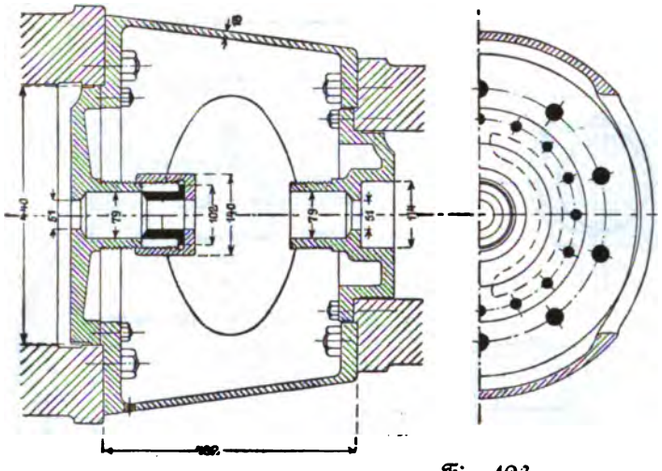


Fig. 121.

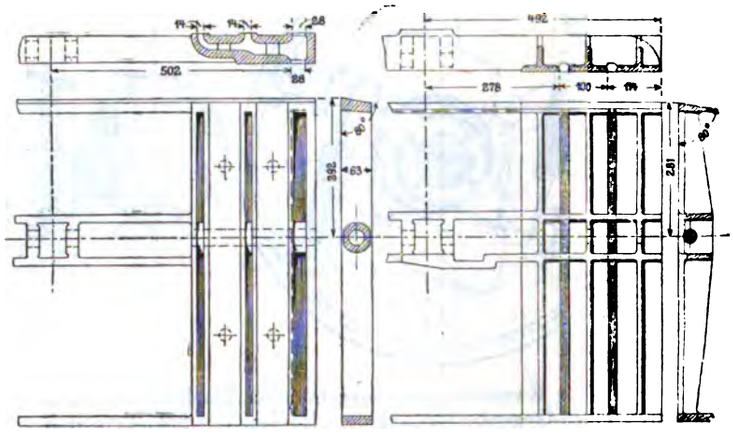
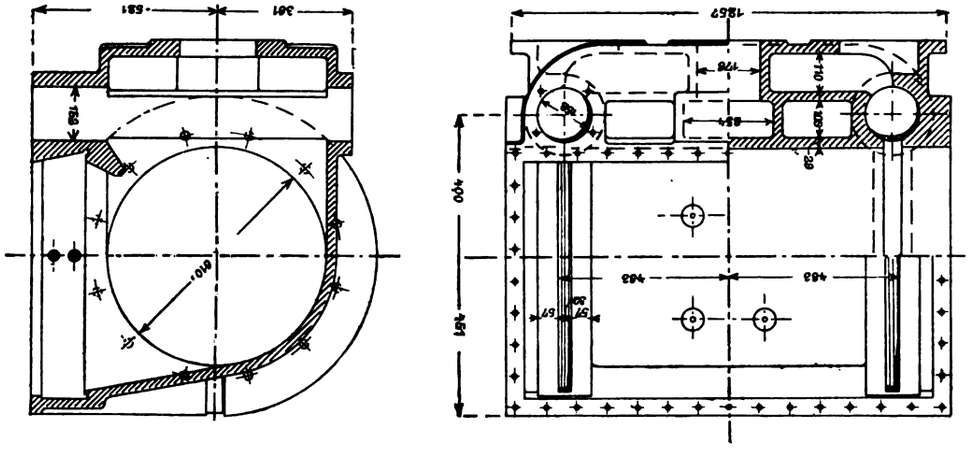


Fig. 122.

Fig. 123.



Ansicht und Querschnitt eines Auslass-Drehschiebers zeigt noch Fig. 125.

Die Schieberhebel sind zweiteilig und auf ihre Drehachsen und Zapfen aufgeklemmt.

Zum Anlassen der Maschine ist die Grundschieber-Exzenterstange auslösbar; mit einem Handhebel der betreffenden Schwinge werden sämtliche Grundschieber und Auslassschieber für Dampfeinlass bewegt. Sobald die Maschine im Gange, wird die Exzenterstange eingehängt, wobei sie sich selbstthätig gegen unbeabsichtigtes Auslösen sichert.

Günstigere Dampfverteilung für verschiedene Füllungsgrade, als bei einem vom Regulator

beeinflussten einfachen Schieber erreicht werden kann, und leichtere Regulirbarkeit, wegen geringer Bewegungswiderstände der Expansionsschieber, sind mit vorliegender Steuerung sehr teuer und überaus umständlich erkauft. Der Regulator sitzt in einer vom Schwungrad unabhängigen Scheibe. Schwungraddmr. 3,66 m bei 1,54 m Riemenbreite; 150 Min.-Umdr.

Dazu gehörig: getrennte Luftpumpmaschine, stehender Dampfcylinder mit Schiebersteuerung. Unter diesem ein Luftpumpencylinder; durch Vermittlung eines Balanziers ein zweiter Luftpumpencylinder daneben angetrieben.

Fig. 124.

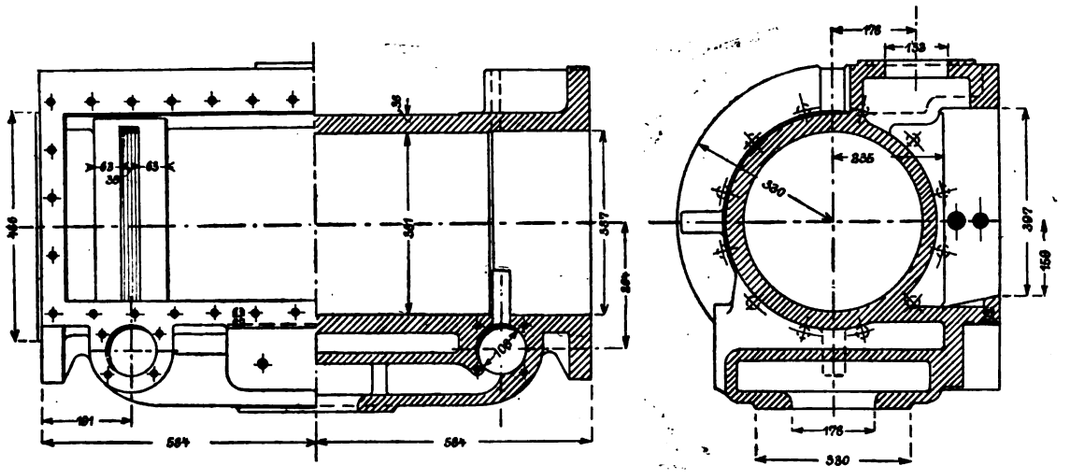
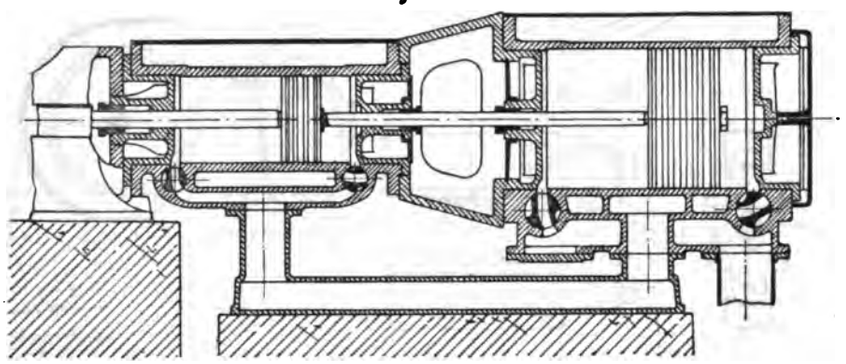


Fig. 126.



Außerdem sind im Anbau der Maschinenhalle noch ausgestellt:

eine 200pferdige Eincylindermaschine mit 150 Min.-Umdr.; Steuerung wie bei der 600pferdigen Maschine konstruirt; ihre Anordnung zeigt Fig. 128.

Eincylindermaschine für 100 PS bei 200 Min.-Umdr. und Zwillingsmaschine für 150 PS bei 185 Min.-Umdr.

Stearn Manufacturing Co., Erie, Pa.

Diese Gesellschaft, deren Dampfma-

Fig. 127.

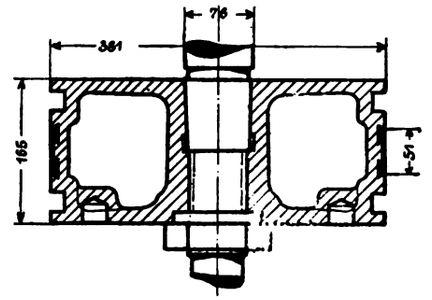


Fig. 125.

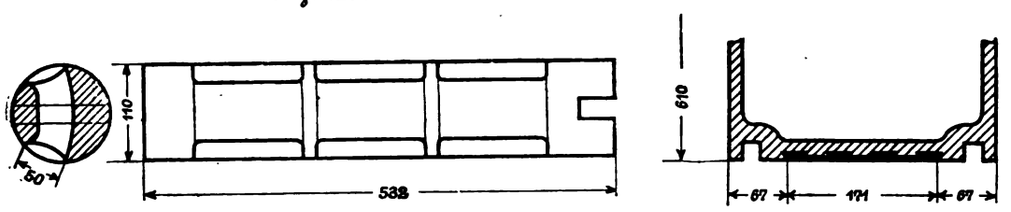
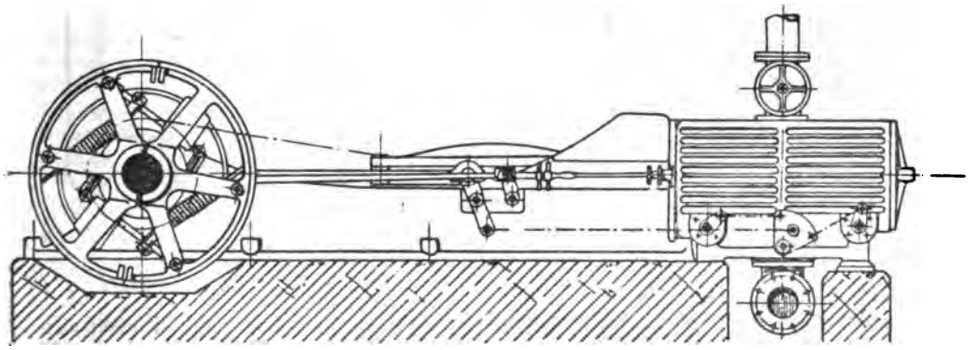


Fig. 128.



schinen die Bezeichnung »The Woodbury« führen, stellt eine 400- und eine 600pferdige, liegende Verbundmaschine gleicher Konstruktion aus. Die erstere hat 380 und 635 mm Cylinderdmr. und 508 mm Hub bei 200 Min.-Umdr., die letztere 480 und 790 mm Cylinderdmr. bei 610 mm Hub und 165 Min.-Umdr.

An einen gabelförmigen, geschlossenen Maschinenrahmen ist der Hochdruckcylinder geschraubt und an diesen zentrisch der Niederdruckcylinder. Letzterer erhält auf einer Sohlplatte entsprechende Füh-

rung, ohne damit fest verbunden zu sein, um die freie Ausdehnung der Cylinder nicht zu behindern.

Die durchlaufende Kolbenstange ist zwischen beiden Dampfcylindern durch eine innen liegende, nicht sichtbare Stopfbüchse gedichtet. Beide Cylinder arbeiten auf gemeinsamen Kreuzkopf und durch die Schubstange auf eine Wellenkröpfung mit den üblichen Kurbelscheiben als Gegengewicht, Fig. 129. Die Schwungradwelle trägt an jedem Ende ein Schwungrad, von welchen dasjenige der Hochdruckseite den Federregulator, Fig. 131, enthält. Durch einen Stirnzapfen erfolgt der Antrieb auf die Hochdrucksteuerung. Bei grofser Breite des Lagers und noch mehr der Schwungradriemscheibe ist eine Uebersetzung auf die Hochdrucksteuerung in einer Entfernung von etwa 1 m erforderlich. Um die lange Uebertragungswelle einer einseitigen Hebelschwingung zu vermeiden, ist ein wagerecht schwingender Doppelhebel eingeschaltet.

Fig. 129.

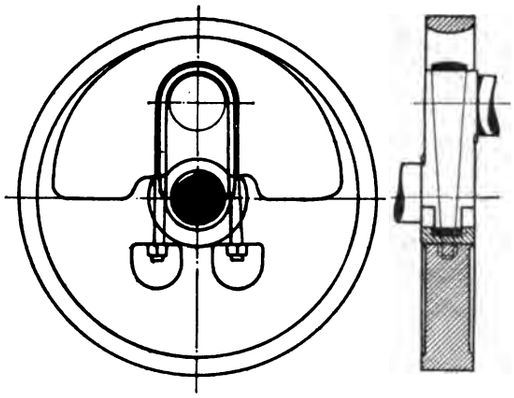


Fig. 131.

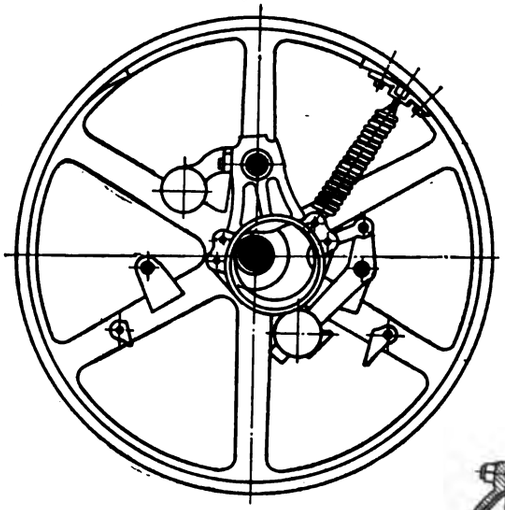


Fig. 130.

Fig. 132.

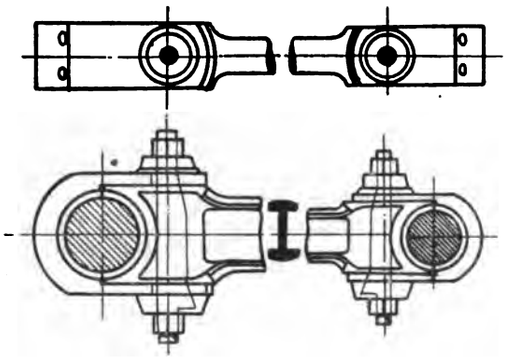


Fig. 133.

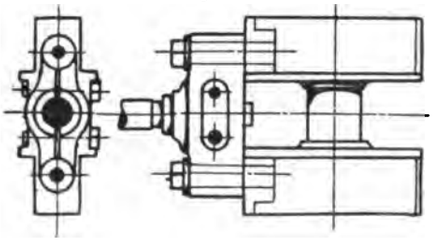


Fig. 135.

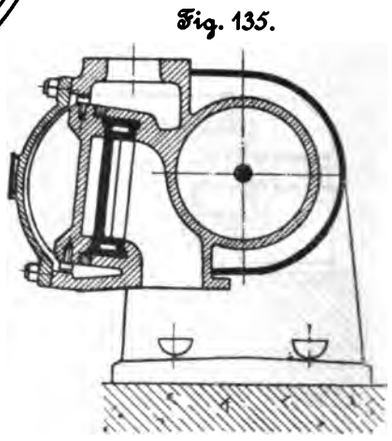


Fig. 138.

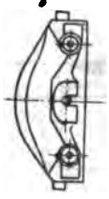


Fig. 139.

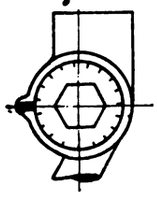


Fig. 136.

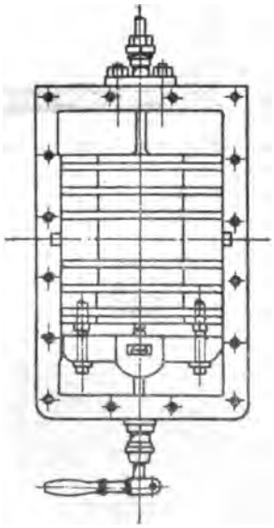


Fig. 137.

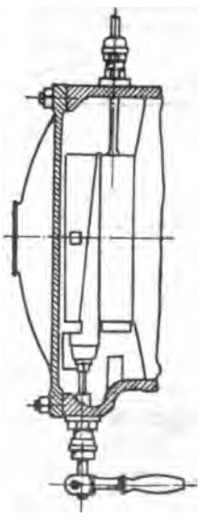
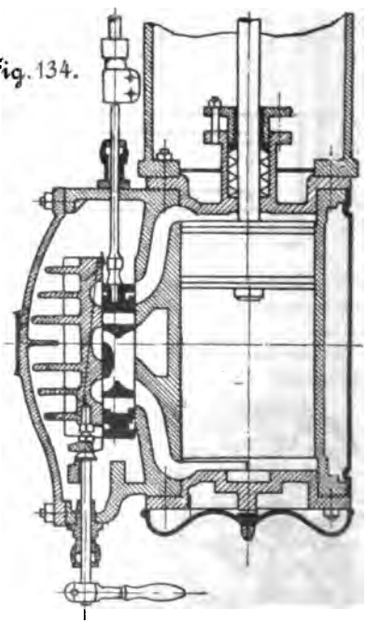


Fig. 134.



Dieser wird durch die Hochdrucksteuerung angetrieben, unter Einschaltung zweier Kugelgelenke in die Antriebstange. Der Drehpunkt des Uebertragungshebels ist durch eine ausladende Konsole, in welche der Schwingzapfen eingesetzt ist, gebildet.

Die Niederdrucksteuerung ist bei der kleineren Maschine von einem Exzenter angetrieben, welches zwischen Schwungrad und Kurbellager liegt und auf die Schieberstange des Niederdruckcylinders durch einen Zwischenhebel ungefähr 300 mm nach innen übersetzt. Bei der grofsen Maschine mit dem breiten Schwungrad jedoch ist ebenso wie auf der Hochdruckseite ein wagerecht schwingender Uebertragungshebel angebracht.

Diese Anordnung ist zweifellos zweckmäfsiger als die Anbringung von Antriebsexzentern und Federregulator auf der inneren Seite des Schwungrades. Das gute Aussehen der Maschine wird jedoch beeinträchtigt.

Die Schubstangenköpfe sind als Lager mit Kappen ausgebildet, Fig. 132. Die Lager sind durch Keilschrauben nachstellbar. Besondere Lagerschalen sind nicht vorhanden, son-

dern statt dieser Weifsmetallfutter in Kappe und Schubstangenkopf eingegossen.

Kurbelkröpfung aus geschmiedetem Stahl.

Gegengewicht als Kurbelscheibe aufgesetzt und mittels eines schmiedeisernen Bandes mit der Kröpfung verschraubt, Fig. 129. Des besseren Aussehens wegen läuft ein geschlossener Ring auf der entgegengesetzten Seite des Gegengewichtes durch.

Die Wellenlager mit schräg aufsitzendem Deckel sind wie die Schubstangenköpfe mit Weifsmetallfutter versehen, das durch besondere Zapfen, welche in den Lagerkörper und Deckel mit eingegossen sind, gehalten wird.

Der Kreuzkopf, Fig. 133, ist eigentümlich konstruirt. Die hohlen gusseisernen Schlitten sind mit dem mittleren Zapfen aus einem Stück hergestellt; an ersteren ist ein Querstück, in welches die Kolbenstange eingeschraubt und festgeklemmt wird, mit 2 Bolzen befestigt. Um die Kolbenstange festzuklemmen, ist das Querstück teilweise geschlitzt. Die durch diese Konstruktion erreichte Zerlegbarkeit des Kreuzkopfes hat den Zweck, den mittleren Zapfen bequem abdrehen und Schlitten sowie Kolbenstange leicht einstellen zu können.

Der Kurbelzapfen wird durch seitliche Abstreifer unter Mitwirkung der Zentrifugalkraft geschmiert. Das gebrauchte Oel wird am Rahmen durch einen Rand aufgefangen.

Stehende Verbunddampfmaschinen werden demnächst ausgeführt, sind aber nicht ausgestellt.

Als Steuerorgan für die Dampfcylinder dienen entlastete Rahmenschieber mit Ueberströmkanal, Fig. 134 bis 137; sie geben vierfache Einströmung und doppelte Ausströmung. Der Rahmenschieber bewegt sich zwischen Schieberspiegel und einer mittels zweier beweglicher Keile einstellbaren Gegenplatte. Die beiden seitwärts des Schiebers geführten Keile vereinigen sich am hinteren Schieberende durch ein Querstück, an welches eine in der hinteren Schieberkastenwand gelagerte Schraubenspindel angreift; aufserhalb des Schieberkastens trägt diese einen kurzen Handhebel. Während des Maschinenganges haben die Keile eine solche Lage, dass die Entlastungsplatte den Schieber nahezu berührt und vollständig abdichtet. Zum Zweck des Anlassens der Maschine dagegen wird die Platte vorher durch eine halbe Drehung des erwähnten Handhebels und der damit verbundenen Keilverschiebung vorübergehend etwas gelüftet, wodurch ein Klemmen des Schiebers vermieden und das Einlaufen desselben beim Anlassen erleichtert wird.

Die Entlastungsplatte wird lediglich durch den Dampfdruck niedergehalten; ihre Längsverschiebung hindern 2 in Nuten der Schieberkastenflansche genau passende Kopfschrauben, Fig. 135 und 136.

Die für den Maschinenbetrieb ausprobirte günstigste Lage der Gegenplatte wird durch 2 Stellschrauben des Keilrahmens festgelegt, Fig. 138. Zur Erhöhung der Genauigkeit des Einstellens der Stellschrauben sind deren Köpfe mit geteilten Scheibchen, Fig. 139, versehen.

Die Schieberstange ist fest mit dem Schieber verschraubt, dagegen ist ihre Stopfbüchse an der Schieberkastenwand einstellbar. Fig. 136 zeigt das Querstück, welches die beiden Keile verbindet.

Der Regulator, Fig. 131, wirkt auf Verdrehen des Steuerexzenters um einen am Schwungradarm geschaffenen Drehpunkt. Er ist verhältnismäfsig einfach, hat nur 4 Drehzapfen, welche stets nach derselben Richtung durch die Federn gepresst werden, und besitzt nur eine Feder mit einem Gegengewicht. Die Feder wirkt auf Schneiden, Fig. 130, wodurch neben leichterer Beweglichkeit der Vorteil erreicht wird, dass die Lagerung keiner Schmierung bedarf. Für bestimmte Umdrehungszahlen wird durch Verschieben des Gewichtes und des Aufhängepunktes der Feder am Radumfang regulirt. Der Regulator hat auch Oelbremse.

Der Angriff der Exzenterstange an der Schieberstange ist auch hier auslösbar gemacht, um die Maschine zum Zwecke des Anlassens von Hand steuern zu können.

Watertown Steam Engine Co., Watertown, N. Y.

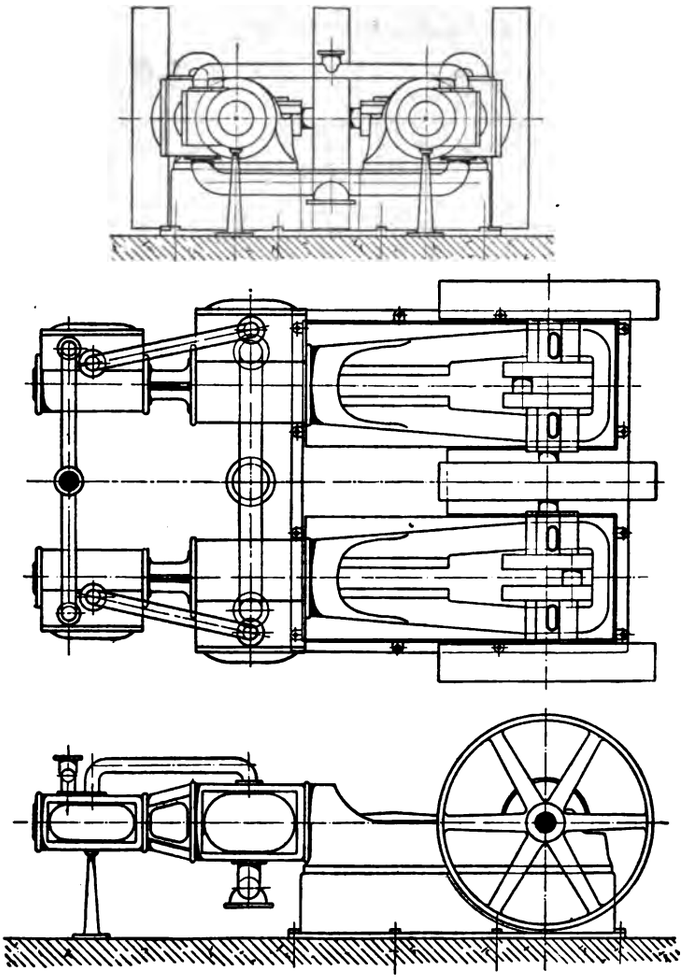
Eine Zwillings-Tandem-Verbundmaschine mit sehr kräftigem, bis zur Führungsmitte durchgehendem Rahmen, Fig. 140.

Die Rahmen beider Maschinenhälften sind auf einem gemeinschaftlichen hohen Gusseisensockel aufgeschraubt.

Die Niederdruckcylinder schliefsen sich zentrisch an die Rahmen an, und jeder Hochdruckcylinder sitzt auf einem Zwischenstück, welches den Deckel des Niederdruckcylinders bildet. Dampfcylinderdmr. 229 mm und 406 mm; gemeinschaftlicher Hub 350 mm; 260 Min.-Umdr.

3 Riemscheiben, deren mittlere den Regulator enthält.

Fig. 140.



Gussstahlkurbel mit Gegengewicht, welches, als Scheibe ausgebildet, seitlich weggezogen werden kann.

Gewöhnliche entlastete Flachschieber; 4 Oeffnungen für Eintritt. Die Schieberstangen sind sehr leicht und der Schieberhub verhältnismäfsig klein.

Nur ein Regulator für 4 Schieber, eine Feder und ein Zentrifugalgewicht. Exzenterscheiben durch besondere Gewichte ausgeglichen.

Die Oelschmierung an der Schieberstangenführung und den Exzenterstangenzapfen ist selbstthätig.

Westinghouse Steam Engine Co., Pittsburgh, Pa.

Die Gesellschaft stellt sechs 1000pferdige, stehende, doppeltwirkende Verbunddampfmaschinen mit gusseisernen, das Triebwerk einschliefsenden Ständern aus. Fig. 141 giebt die Anordnung von 4 Maschinen in Ansicht und Grundriss wieder, welche in der Maschinenhalle in einer Reihe neben einander aufgestellt sind. Die beiden linksstehenden arbeiten mit Wheeler-, die beiden rechtsstehenden mit Wainwright-Kondensator. Die zugehörenden Seitenansichten sind in Fig. 142 und 143 gegeben.

Fig. 144 zeigt senkrechte Schnitte durch Dampfcylinder, Steuerung und Ständer, deren Einzelheiten bereits beschrieben sind.

Die Fig. 145 und 146 stellen die Ansichten einer solchen 1000 pferd. Maschine ohne Kondensator dar.

Die einfach gekröpfte Welle läuft in 2 Kurbellagern und hat rechts eine Riemscheibe mit Federregulator, links das Schwungrad. Die verlängerte Welle treibt bei 200 Min.-Umdr. eine Westinghouse-Wechselstrommaschine.

Die Hauptabmessungen der einzelnen Maschinen sind: 560 mm Hub, 530 mm Hochdruck- und 940 mm Niederdruckcylinderdmr. Dampfdruck = 10 Atm. Dampfcylinder ohne

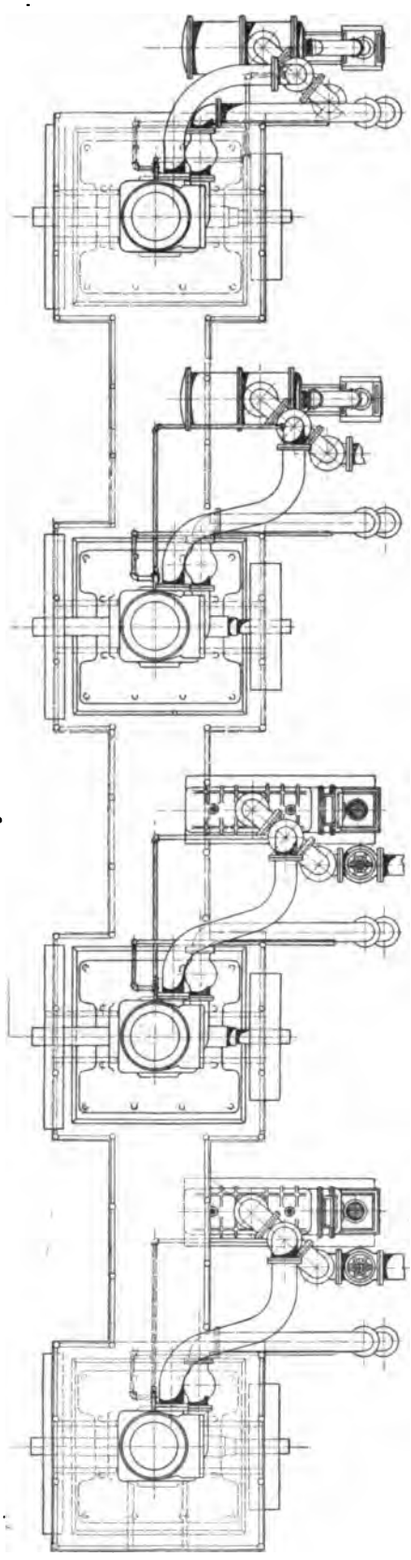


Fig. 141.

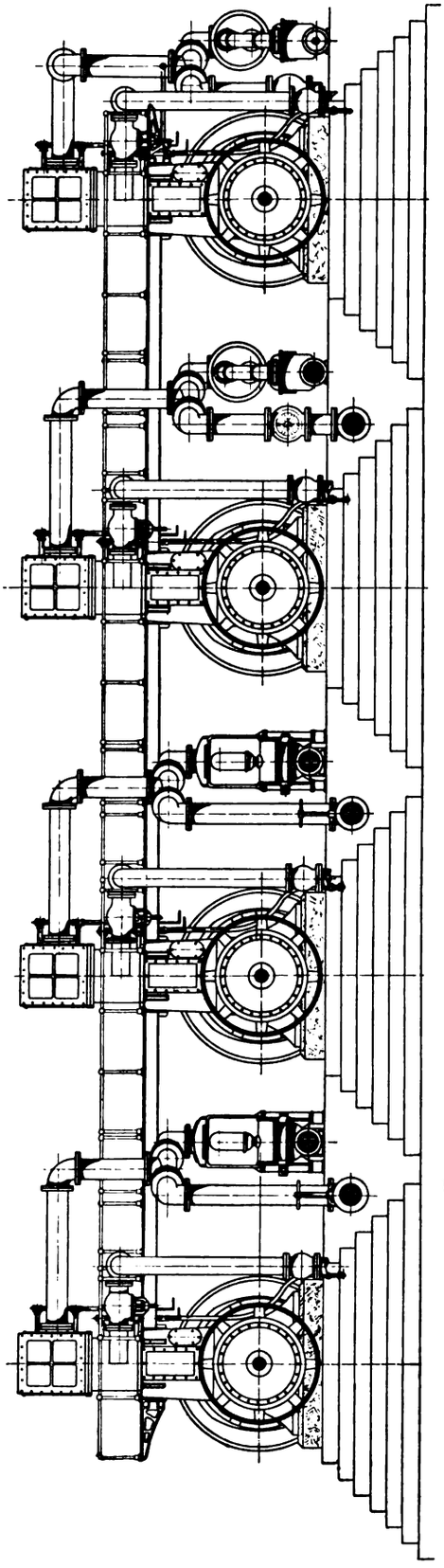
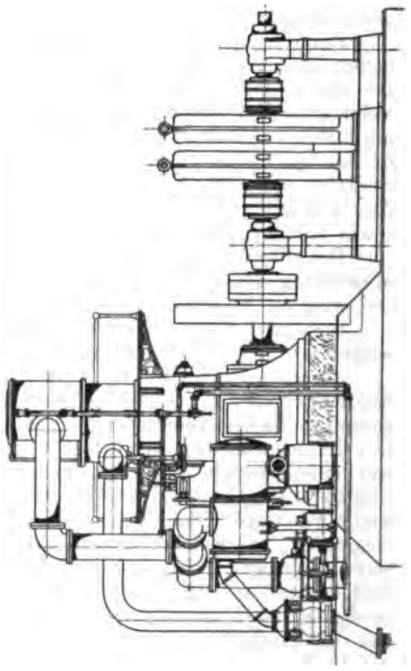


Fig. 143.



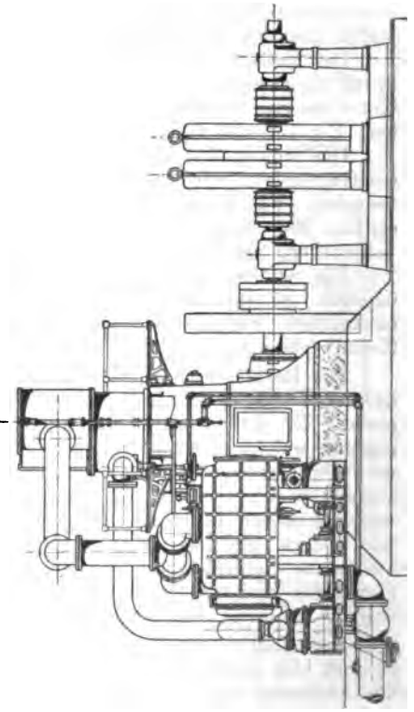


Fig. 142.

Fig. 144.

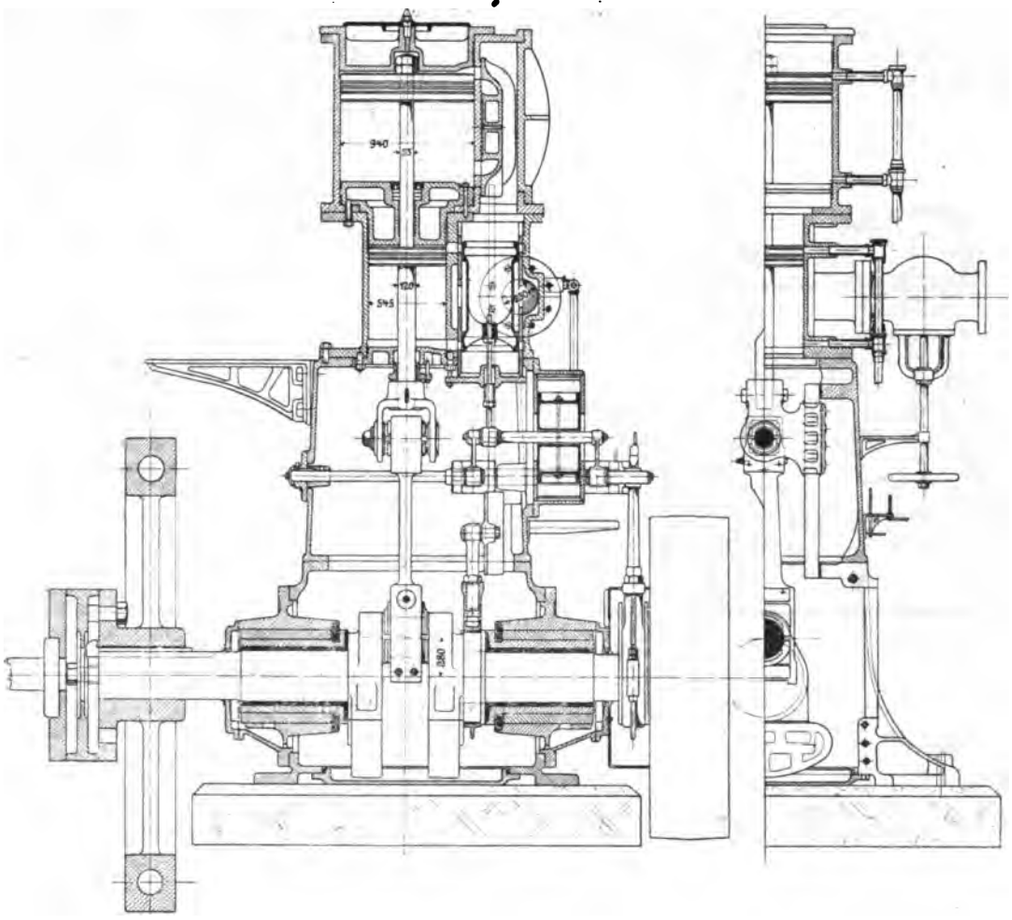


Fig. 145.

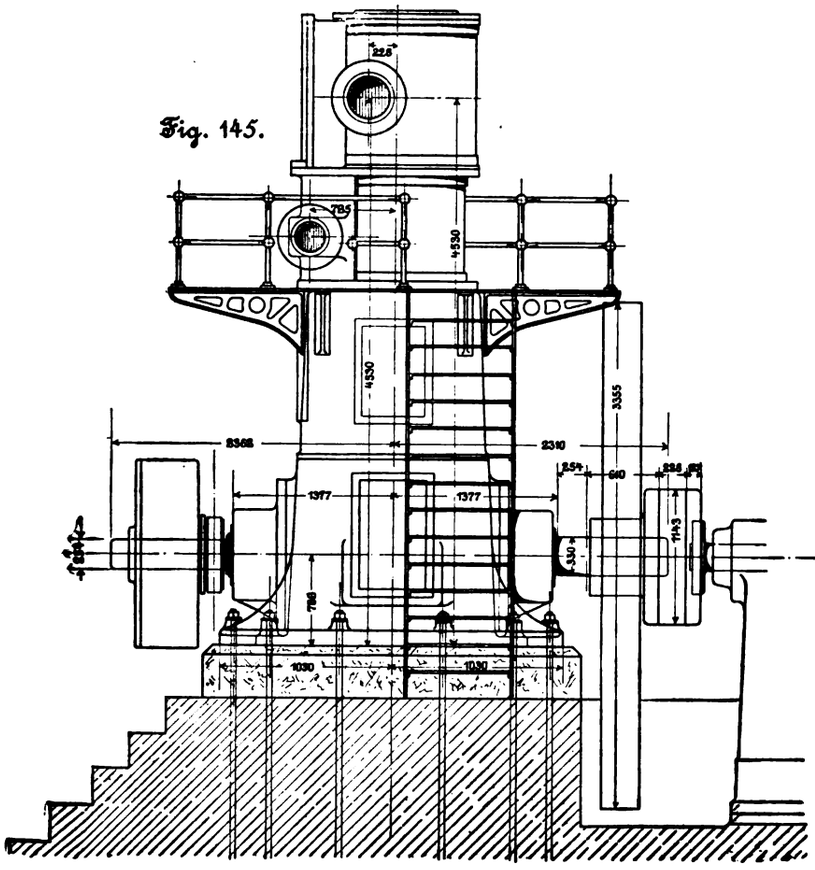
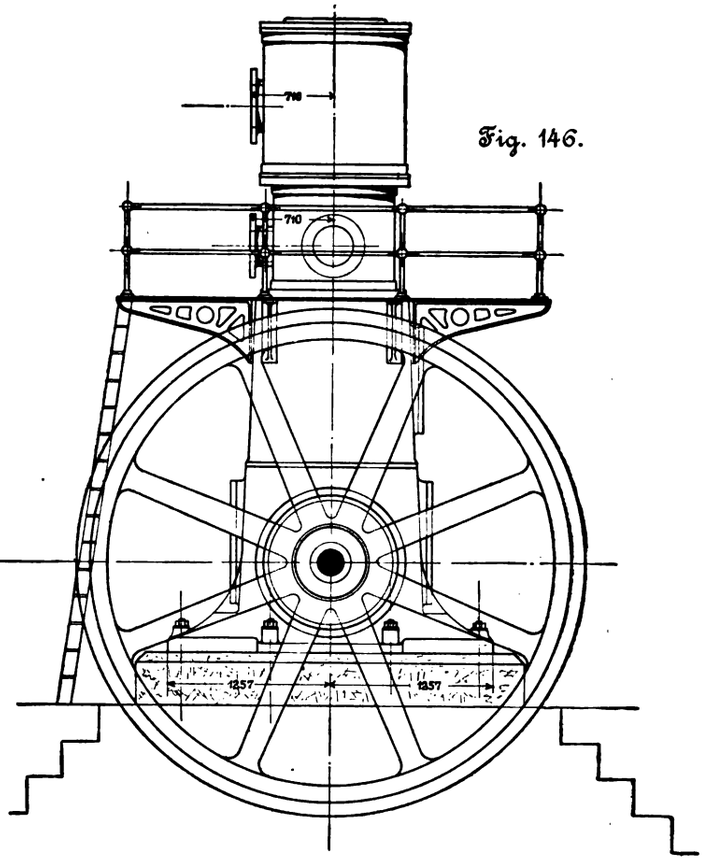
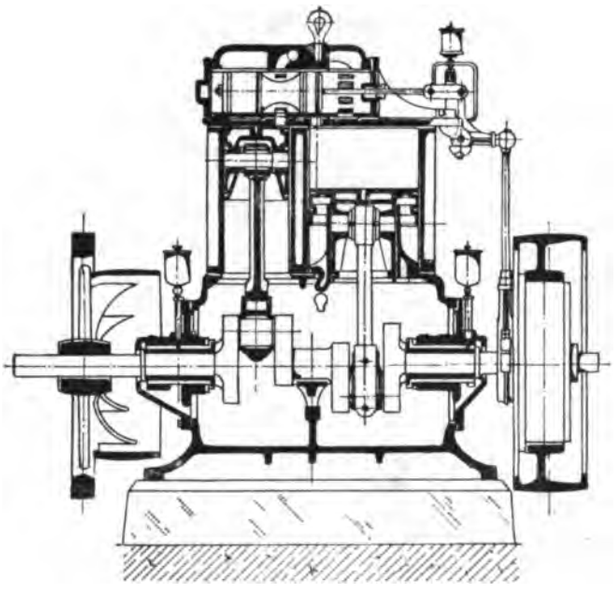


Fig. 146.



Heizmäntel. Zwischen den Lagern liegt die Wellenkröpfung, zusammengebaut aus Gussstahlkurbeln, eingesetzten Zapfen und aufgeschraubten Gegengewichten. Der senkrechte Ständer trägt die über einander angeordneten Dampfcylinder, unten Hochdruck-, oben Niederdruckcylinder.

Fig. 147.



Der Hochdruckkolben ist auf die durchgehende Kolbenstange mit Schwindverbindung aufgeschraubt, der Niederdruckkolben mit Gegenmuttern befestigt. Zugänglichkeit der beiden Kolben von oben.

Der eingleisige Kreuzkopf nebst Führung ist in den Ständer eingeschlossen, die Kurbel läuft in einem Oel- und Wasserbad, welch letzteres ungefähr bis zur Kurbelmitte geht.

Das Steuerexzenter für den Niederdruckcylinder sitzt unmittelbar neben der Kurbel innerhalb des Maschinenständers. Eine kurze Exzenterstange treibt eine innerhalb des Ständers geführte breite Traverse an, und von dieser gehen 2 Schieberstangen nach aufwärts zur Steuerung des Niederdruckcylinders.

Die Hochdrucksteuerung wird aufserhalb des Ständers von einem Exzenter zwischen Lager und Riemscheibe angetrieben.

Die kurze Exzenterstange treibt einen Hebel, dessen Welle in das Innere des Maschinenständers läuft. Auf dieser sitzt innerhalb des Maschinenständers ein zweiter, gleich langer Hebel, welcher mittels kurzer Lenkstange eine wieder nach aufsen führende Traverse trägt, die mit dem äufseren Hebel in gleicher Weise verbunden ist. Von dieser Traverse, die durch eine eingeschaltete Kolbenführung gerade geführt wird, wird der Hochdruckschieber angetrieben. Die Kolbenführung hat aufserdem noch 3 Zwecke zu erfüllen: Entlastung des Exzenters vom Schiebergewicht, Aufnahme der Massenwirkung durch abwechselnde Kompression und Expansion eingeschlossener Luft und Verstellen der Steuerung von Hand für das Anlassen der Maschine; letzteres wird dadurch ermöglicht, dass der äufsere Antriebhebel, welcher exzentrisch gelagert und mit der Kolbenführung lösbar verbunden ist, durch einfaches Verdrehen seiner Achse ausgekuppelt werden kann.

Der Hochdruckcylinder hat Kolben-, der Niederdruckcylinder Flachschiebersteuerung. Die Einströmung in den

Fig. 148.

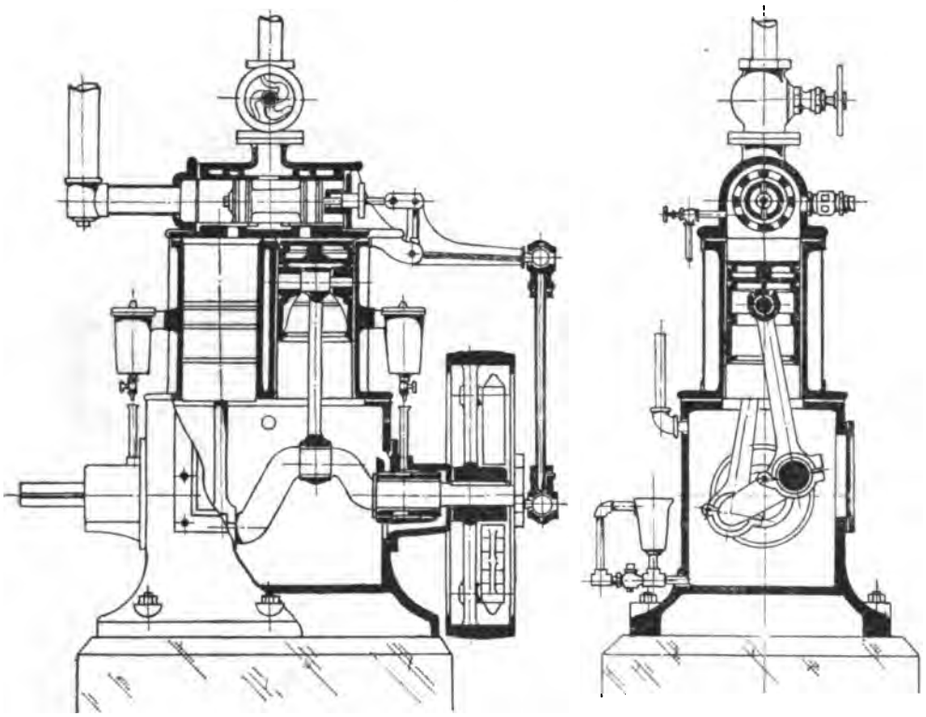
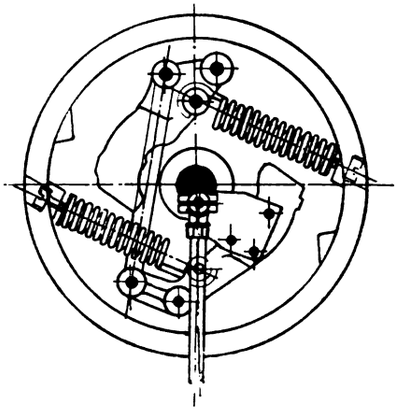


Fig. 149.



Hochdruckcylinder erfolgt an den inneren steuernden Kanten der Kolbenschieber, die Ausströmung durch den Steuerkolben hindurch nach dem Niederdruckschieberkasten. Die Dampfkammer wird durch beide Schieberkasten gebildet.

Zur selbstthätigen Regulirung des Hochdruckschiebers dient ein mächtiger Federregulator, der in das Gehäuse der Riemscheibe vollständig eingeschlossen ist und in Oel schwimmt.

Die normale, durch Versuche ermittelte, zweckmäfsigste Füllung im Hochdruckcylinder beträgt $^3/_5$, die unveränderliche Füllung im Niederdruckcylinder $^5/_6$.

Die Höhe der Maschine ist im Vergleich zu den übrigen Typen der Westinghouse-Maschinen verhältnismäfsig grofs, weil abweichend von diesen noch eine besondere Kreuzkopfführung angeordnet werden musste.

Die Kupplung der Maschinenwelle mit der Dynamomaschine und Zwischenscheibe erfolgt mittels 4 kräftiger Kettenglieder, wovon 2 für Vorwärtsgang und 2 für Rückwärtsgang dienen.

Aufserdem sind noch 2 einfachwirkende 260pferdige und 3 100pferdige Verbundmaschinen ausgestellt, deren Konstruktion den bekannten Westinghouse-Zwillingsmaschinen nachgebildet ist.

Fig. 147 zeigt einen senkrechten Schnitt durch die sog. Compound Standard Automatic Engine. Die neben einander liegenden Cylinder sind aus einem Stück gegossen; die Kolbensteuerung liegt abweichend von der früheren Ausführung wagerecht über den Cylindern und wird durch einen Winkelhebel mit Kugelgelenk von einem aufserhalb des Maschinengehäuses mit dem Schwungradregulator verbundenen Exzenter angetrieben.

Der Niederdruckkolben ist mit besonderer Plungerführung versehen; hierdurch wird unterhalb des Niederdruckkolbens ein ringförmiger Raum gebildet, welcher zur Luft-

kompression und Expansion behufs Aufnahme bezw. Ueberwindung der Massenwirkung des Kolbens und der Schubstange dient. Die Luftspannung kann durch ein Ueberströmventil von aufsen geregelt werden. Der Schwungradregulator ist vollständig eingeschlossen und schwimmt in Oel; ebenso ist das Triebwerkgehäuse vollständig geschlossen und bis zur Wellenmitte teils mit Wasser und teils mit Oel gefüllt. Die Kurbelwelle ist in der Mitte noch durch ein offenes Lager unterstützt.

Diese Standard-Maschine wird gegenwärtig in 11 Gröfsen von 35 bis 750 PS ausgeführt.

Für kleinere Leistungen wurde in den letzten Jahren noch die Junior-Zwillingsmaschine, Fig. 148, in 7 Gröfsen von 5 bis 75 PS auf den Markt gebracht, welche sich von der seither ausgeführten gleichen Maschinengattung durch einfachere Konstruktion und gröfsere Billigkeit unterscheidet.

Die Kurbelwelle besteht aus gebogenen Kröpfungen ohne mittleres Stützlager; der Steuerkolben liegt ebenfalls wagerecht über den beiden Cylindern und wird durch einen Winkelhebel mit Kugellager von einem exzentrischen Zapfen des an der Aufsenseite des Schwungrades sitzenden Regulators angetrieben.

Der Regulator, Fig. 149, ist offen und unterscheidet sich nicht wesentlich von der bekannten, für Exzenterantrieb der Steuerung üblichen Konstruktion. In neuester Zeit wird dieser billige Motor Junior auch für Verbundbetrieb von 5 PS bereits beginnend bis zu 65 PS gebaut.

Mit einfachwirkenden Verbunddampfmaschinen werden 10 kg Dampf für 1 PS_i bei freiem Auspuff und 8,2 kg bei Kondensation gebraucht.

Es mögen nun noch einige auf der Ausstellung nicht vertretene Systeme schnelllaufender Dampfmaschinen Erwähnung finden:

Weston Engine Co., Painted Post, N. Y.

Die Firma führt nur Eincylindermaschinen bis 160 PS und Tandem-Verbundmaschinen bis 230 PS aus.

Fig. 150.

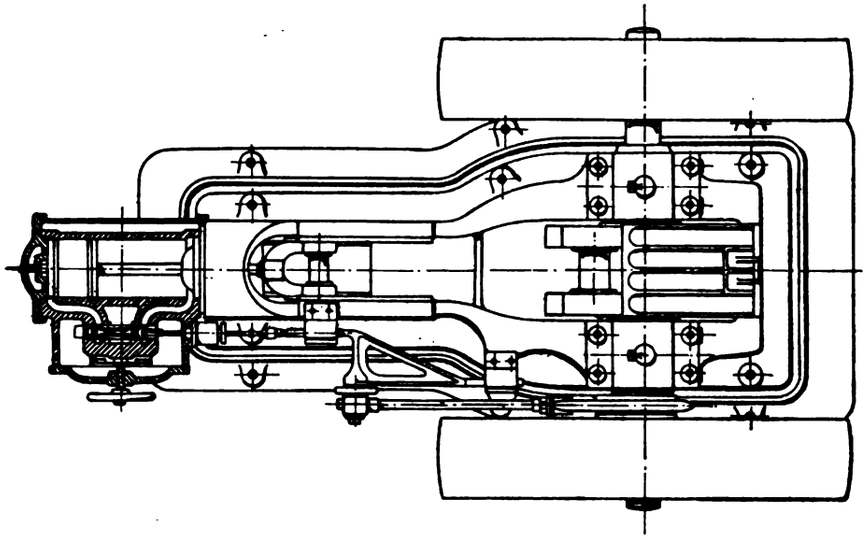


Fig. 152.

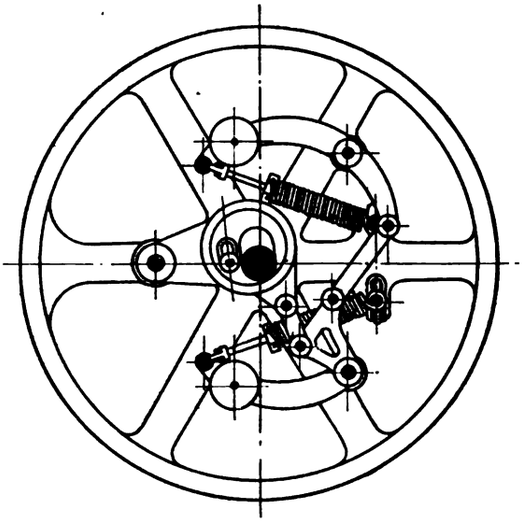


Fig. 151.

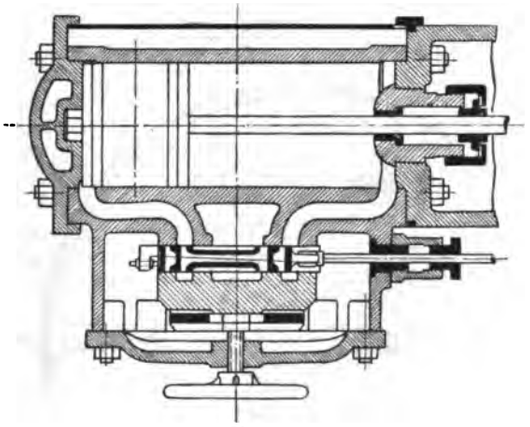


Fig. 153.

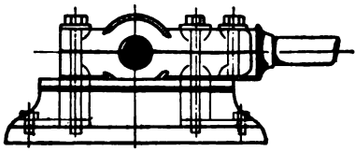
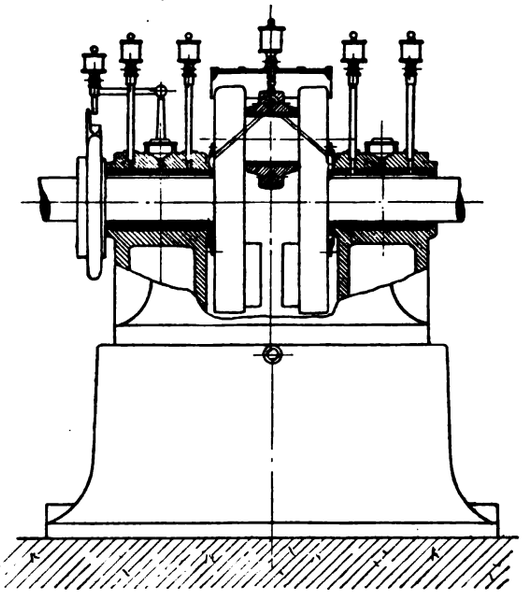


Fig. 154.



Die allgemeine Anordnung ergiebt sich aus dem Grundriss der Eincylindermaschine, Fig. 150. Der mit dem Schieberkasten aus einem Stück gegossene Dampfcylinder ist freischwebend mit einem kräftigen durchlaufenden Rahmen verschraubt; dieser verbindet die beiden Lager der gekröpften Welle und enthält die eingleisige Kreuzkopfführung. An

den Enden der gekröpften Welle sitzen wie gewöhnlich 2 Schwungräder, von denen eines wieder den Regulator enthält. Die ganze Maschine ist auf einem genügend hohen Sockel montirt, sodass die Schwungräder über dem Boden schweben. Für die Steuerung dient ein entlasteter Rahmenschieber, Fig. 151, mit vierfacher Einströmung an der inneren Steuerkante. Das Abheben der Entlastungsplatte infolge der Inneneinströmung wird verhindert durch eine Druckschraube mit Feder, welche im Schieberkastendeckel geführt ist.

Der Regulator, Fig. 152, hat folgende Eigentümlichkeiten: Die beiden Gewichthebel wirken am gleichen Angriffpunkt des Steuerexzenters mittels der Gelenkverbindung derselben untereinander; die Spannungen in den beiden Federn gleichen sich beständig vollkommen aus, indem ein Paar Federenden an

Fig. 155.

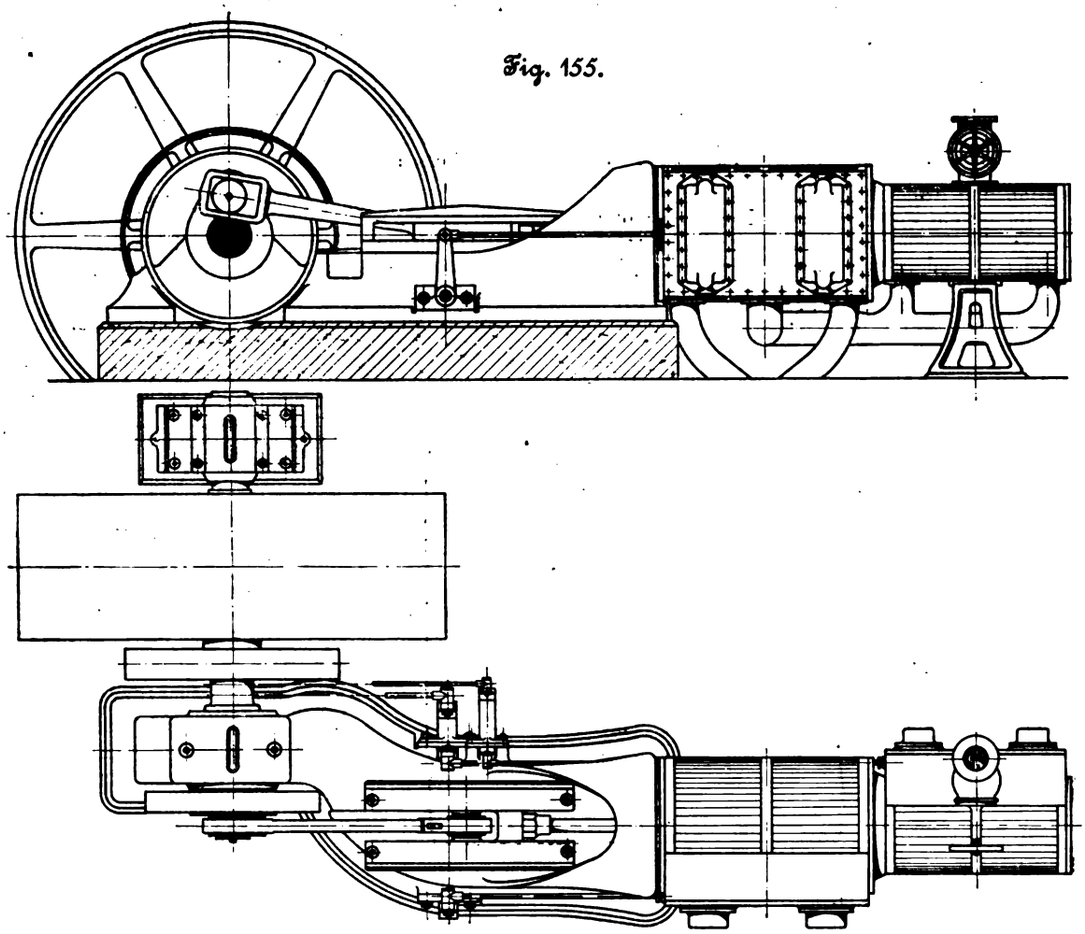


Fig. 156.

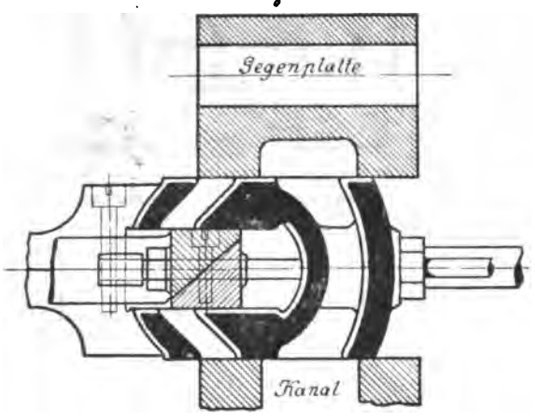
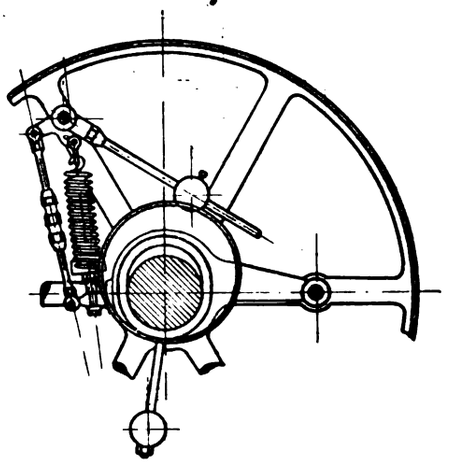


Fig. 157.



einem gemeinschaftlichen Führungsstück angreifen, welches im Schlitz eines Schwungradarmes sich verschieben kann.

Der Kreuzkopf ist der Länge nach zweiteilig aus Gusseisen, Fig. 153; durch 6 Klemmschrauben sind Kolbenstange und Zapfen im Kreuzkopfkörper befestigt.

Die einzelnen Triebwerkteile werden durch besonders aufgesetzte Schmiergefäfse geschmiert, deren Arbeitsweise für Kurbellager und Kröpfung beispielsweise deutlich aus Fig. 154 hervorgeht.

Die Tandem-Verbundmaschinen unterscheiden sich von der vorbeschriebenen Anordnung nur durch den zweiten Cylinder. Die Steuerung beider Cylinder erfolgt gemeinschaftlich vom Steuerexzenter mit Regulator. Es wird also im Hochdruck- und Niederdruckcylinder gleichzeitig die Füllung verändert.

Williams Engine and Clutch Works, Beloit, Wis.

Von diesem Werke werden ebenfalls gegenwärtig nur Eincylinder- und Tandem-Verbundmaschinen für Leistungen bis zu 200 bezw. 500 PS gebaut, bei Umdrehungen zwischen 270 und 180 i. d. Min.

Die Tandem-Anordnung dieses Maschinentypus zeigt Fig. 155. Ein breiter Rahmen mit viergleisiger Kreuzkopf-

führung trägt zentrisch verschraubt den Niederdruckcylinder, mit dessen Deckel der Hochdruckcylinder unmittelbar verbunden ist. Gusseiserne Kurbelscheibe mit angegossenem Gegengewicht. Die Schieberkasten und der Steuerungsantrieb liegen auf verschiedenen Seiten der Cylinder. Als Steuerorgane dienen entlastete Expansionsdoppelschieber, Fig. 156.

Der Grundschieber ist als Rahmen mit Entlastungsplatte ausgebildet, der Expansionsschieber in ihn entlastet eingeschoben und nachstellbar.

Da der Expansionsschieber entlastet und klein ist, kann der Regulator einfach und leicht werden, Fig. 157.

Für diese Tandem-Maschine ist neben dem vom Regulator verstellten Expansionsexzenter ein Grundexzenter vorhanden, welches die beiden Grundschieber für Hoch- und Niederdruckcylinder gemeinschaftlich steuert; die Uebertragung erfolgt durch Schwingungshebel.

Straight Line Engine Co., Syracuse.

Als die einfachste, am einheitlichsten durchkonstruirte und am ruhigsten laufende Dampfmaschine mit hoher Umdrehungszahl verdient unter den amerikanischen Ausführungen zweifellos die Straight Line-Maschine bezeichnet zu werden.

Sie ist auf der Ausstellung jedoch nicht vertreten. Eine 250 PS-Maschine war als aufsergewöhnliche erstmalige Ausführung für die Ausstellung bestimmt, konnte jedoch nicht frühzeitig genug fertiggestellt werden.

Die gegenwärtige Durchbildung der Maschineneinzelheiten für die üblichen Gröfsen unterscheidet sich nicht von den durch die Berichte über die Pariser Ausstellung im Jahre 1889 und über meine Studienreise in Amerika im Jahre 1887 bereits bekannt gewordenen Konstruktionseinzelheiten[1]). Es sind nur wenige Aenderungen von untergeordneter Bedeutung vorgenommen.

Fig. 158.

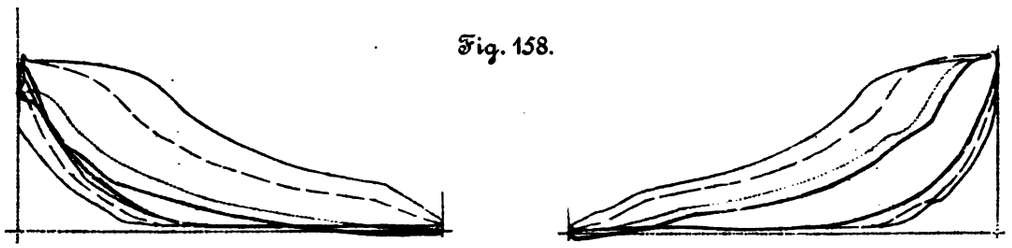
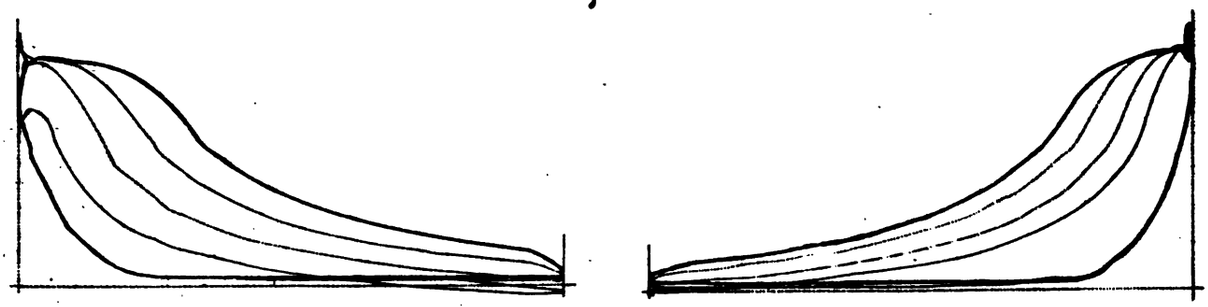


Fig. 159.



Die Steuerung erfolgt entweder mittels eines einfachen, entlasteten Rahmenschiebers, welcher mit dem Schwungradregulator verbunden ist, oder mittels getrennter entlasteter Ein- und Auslassrahmenschieber, wobei der erstere nur vom Regulator gesteuert wird. Fig. 158 giebt Indikatordiagramme bei veränderlicher Füllung einer Maschine mit einem Schieber (229 mm Cylinderdmr., 305 mm Kolbenhub) bei 225 Min.-Umdr.; Fig. 159 solche einer Maschine mit Doppelschieber (356 mm Cylinderdmr., 406 mm Kolbenhub) bei derselben Umdrehungszahl. Letztere Diagramme zeigen konstante, erstere veränderliche Kompression. Der Dampfverbrauch wird zu 14 bis 15 kg für 1 PS_i angegeben.

Die eigenartige originale Durchbildung der Straight Line-Maschine hat wissenschaftliche und praktische Anerkennung gefunden und stets das lebhafteste technische Interesse hervorgerufen.

Es mag daher zum Schluss meines Berichtes noch gerechtfertigt erscheinen, anstelle der Wiedergabe von Konstruktionseinzelheiten einige Bemerkungen über die Herstellungsweise dieser wohldurchdachten Maschine sowie über die Einrichtung der Werkstätte, in welcher sie entsteht, anzufügen.

Konstrukteur der Maschine ist Prof. Sweet, ehemaliger Lehrer am Sibley College der Cornell University in Ithaka. 1873 wurde die erste Maschine gebaut, 1875 die zweite, 1879 die dritte.

Nach Gründung der Straight Line Engine Co. 1879 übernahm Prof. Sweet die technische Leitung der zunächst kleinen und beschränkt eingerichteten Werkstätten. Erst im Jahre 1890 wurde ein neues, einheitlich angelegtes und mit den dem auszuführenden Maschinentypus entsprechenden Arbeitsmaschinen ausgerüstetes Fabrikgebäude bezogen. Bis jetzt wurden ausschliefslich 3 Maschinengröfsen für Leistungen zwischen 25 und 125 PS_i ausgeführt.

Die Dampfcylinderabmessungen und Hübe der drei Maschinentypen sind die folgenden:

1) 203 und 229 mm Dmr. bei 305 mm Hub; 285 Min.-Umdr.
2) 254 » 279 » » » 356 » » 270 »
3) 356 » 381 » » » 406 » » 230 »

Die Beschränkung der Fabrikation auf diese Ausführungsverhältnisse ist durch die eigenartige Konstruktion der Maschine bedingt, die sich auf beliebige Maschinengröfsen nicht ohne weiteres übertragen läfst.

Gusseisenrahmen und Triebwerk sind für die beiden Cylindergröfsen eines Typus vollkommen gleich ausgeführt, die Umdrehungszahlen aufserdem veränderlich zwischen den angegebenen Werten, sodass beliebige Maschinenleistungen innerhalb 25 bis 125 PS erreicht werden können.

Gegenwärtig wird ein Modell für eine 250 pferdige Dampfmaschine mit 508 mm Dmr. und 508 mm Hub bei 150 Umdr. ausgeführt; diese Maschine war ursprünglich für die Chicagoer Ausstellung bestimmt.

Das Fabrikgebäude, dessen Grundriss in Fig. 160 wiedergegeben ist, umfasst eine Montirungswerkstätte mit anstofsender Dreherei und Schlosserei, eine Modellschreinerei und eine Schmiede.

Der Montirungsraum ist 60 × 60 m grofs, die Werkstätten sind mit Sheddächern aus Walzeisen einfach und leicht konstruirt. Die für die Sheddächer im Innern der Werkstätten nötigen eisernen Säulen sind aus vier einfachen ⊔-Eisen zusammengesetzt.

Im Montirungsraum befinden sich 2 Laufkrane von je 5000 kg Tragkraft, deren Laufschienen aus einfachen Eisenbahnschienen bestehen, welche mittels breiter gusseiserner

[1]) Z. 1890 S. 805 u. f. und 1888 S. 732 u. f.

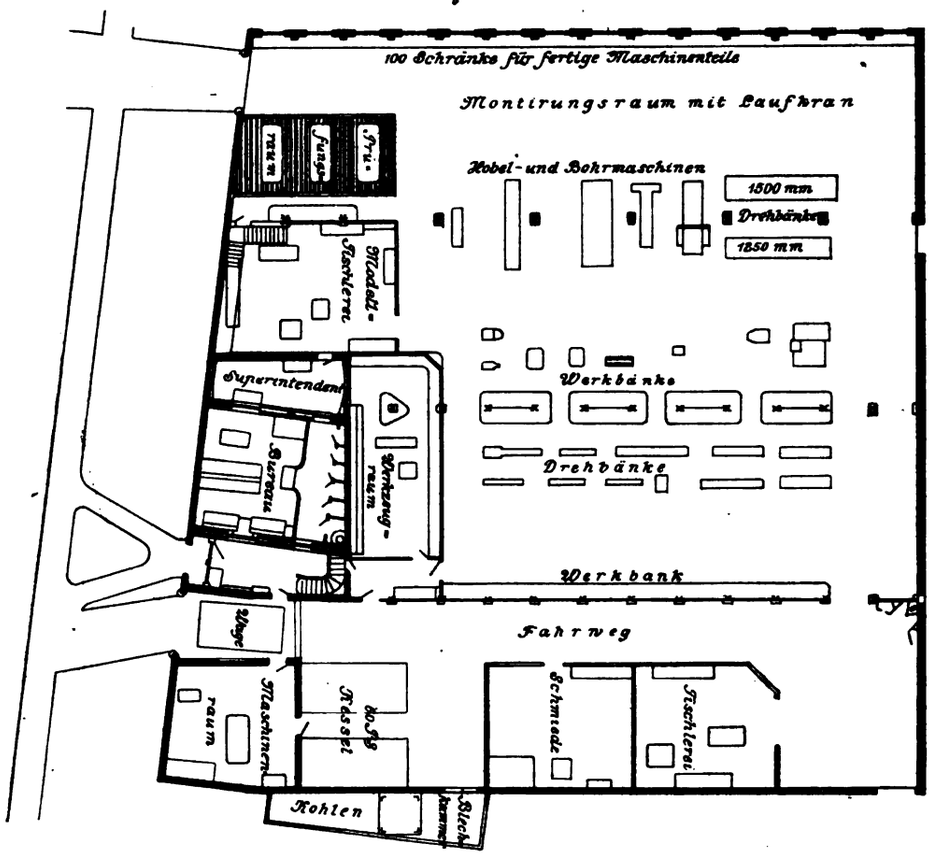
Stützen von den Mauerpfeilern bezw. Säulen getragen werden. Die Laufkatze hat, um leichte Beweglichkeit zu erzielen, ungewöhnlich grofse Laufräder.

An der Längswand des Montirungsraumes sind in etwa 100 Wandschränken die fertig bearbeiteten Triebswerk- und Steuerteile der einzelnen Maschinengattungen wohl geordnet untergebracht.

Die Werkstätten beschäftigen gegenwärtig 100 Arbeiter; im vorletzten Betriebsjahre wurden 50, im letzten ungefähr 70 Maschinen gebaut.

Der Preis der Maschinen beträgt 657 $ für die kleinsten von 25 PS, 1150 $ für die mittleren von 50 bis 75 PS und 2000 $ für die grofsen Maschinen von 125 PS.

Fig. 160.



Die gegenwärtige Konstruktion der Maschineneinzelheiten unterscheidet sich nicht von der durch die Pariser Ausstellung bereits bekannt gewordenen. Aenderungen sind nur an einigen untergeordneten Einzelheiten vorgenommen.

Die Grundlage der Konstruktion der Straight Line-Maschine bildet das Streben nach möglichst gedrängter, zweckmäfsiger Gesamtform, Leichtigkeit, geringer Abnutzung und leichter Nachstellbarkeit der bewegten Teile.

Unter den Mitteln, mit welchen diesen Bedingungen gerecht zu werden gesucht wird, ist das eigenartigste die Herstellung der Dampfcylinder mit Schieberkasten, Rahmen mit Kreuzkopfführung und Kurbellager aus einem Stück.

Das Gusstück ist in der Durchbildung und Bearbeitung trotz seiner vielseitigen Aufgabe doch verhältnismäfsig einfach.

Die Bearbeitung geht zunächst so vor sich, dass der Rahmen mit seiner unteren Auflagerfläche nach oben auf eine Fräsmaschine gespannt wird, auf welcher ohne umzuspannen alle ebenen Flächen des Gusstückes, Flanschflächen an den Schieberkasten, Schieberspiegel, Schieberstangenführung, Kreuzkopfführung und Auflagerflächen der Cylinder und der Lager gefräst werden.

Alsdann werden Dampfcylinder und Lager, ebenfalls gleichzeitig auf einer besonderen Werkzeugmaschine, ausgebohrt. Das richtige und rasche Aufspannen auf diese wird durch geeignete, auf der Fräsmaschine bearbeitete Ansätze am Rahmen erleichtert. Letztere werden nach erfolgter Bearbeitung entfernt.

Sehr eigenartig ist die Bearbeitung der gekröpften Welle, welche aus 2 Kurbelscheiben, 2 eingesetzten Achsstücken mit Lagerhälsen und dem eigentlichen Kurbelzapfen besteht.

Zunächst wird auf der Plandrehbank die Aufsenseite einer Kurbelscheibe abgedreht, dann wird umgespannt, mit der gewonnenen ebenen Fläche gegen die Planscheibe gelegt, vollständig abgedreht und hierauf die Kurbelzapfenöffnung ausgebohrt.

Die Bearbeitung der zweiten Kurbelscheibe erfolgt nun in der umgekehrten Weise, um den auf der Drehbank eingestellten Support für die Bearbeitung der Kurbelbohrung sofort benutzen zu können. Dann wird der Kurbelzapfen eingesetzt und schliefslich parallel zu diesem die Achsbohrung genau ausgedreht. Die gekröpfte Welle wird für die mit dem Kurbelzapfen parallele Achsbohrung mittels einer doppelten Libelle eingestellt; diese sitzt senkrecht auf einer ungefähr 500 mm langen Stange, mit deren anderem Ende ein mit der Libelle paralleles und auf den Kurbelzapfen passendes Lager verbunden ist.

Verstellbare Mitnehmer ermöglichen eine von den Drehbankspitzen unabhängige Festlegung der Kurbelachse und damit genau parallele Stellung des Kurbelzapfens mit der Verbindungslinie der Spitzen.

Mit zentrisch um die Kolbenstange drehbaren Tastern wird die senkrechte Lage der Kreuzkopfzapfen zur Kolbenstangenachse geprüft; um den Parallelismus zwischen Kreuzkopfführung und Cylinderachse zu erproben, werden in die Cylinderbohrung zentrirte cylindrische Dorne mit Tastern eingesetzt, welche bei achsialer Verschiebung die unteren und seitlichen Führungsflächen des Kreuzkopfes berühren.

Zur Bearbeitung des Schieberstangenkreuzkopfes, welcher 4 ebene Führungsflächen besitzt, wird ausgegangen von der Richtung der Schieberstangenachse, deren mittlere Lage zu den unbearbeiteten Seitenflächen des Kreuzkopfes mittels einer Hohlform festgestellt wird, in welche der Kreuzkopf passt.

In den Wänden der Hohlform sitzen Stiftschrauben, deren Endflächen im Inneren die Arbeitsflächen des Kreuzkopfes genau begrenzen, wenn sie soweit eingeschraubt sind, dass ihre Köpfe an den Aufsenflächen der Hohlform genau anliegen. Durch Einpassen des rohen Gussstückes derart, dass die Stellschrauben an allen Seiten gleichmäfsig zurückgezogen sind, ist diejenige Lage der Schieberstangenmitte bestimmt, bei welcher eine vollkommen gleichmäfsige Bearbeitung der Seitenflächen erreicht werden kann.

Die gehärteten Stahlzapfen und Büchsen der Exzenterstangenaugen haben ungewöhnlich grofse Auflagerflächen und sind zum Zwecke der Nachstellung konisch geformt.

Die Bearbeitung der gehärteten Stahlzapfen und Büchsen der Triebwerk- und Steuerteile geschieht nach bestimmten Leeren mittels einer Schmirgelschleifmaschine von Landies Br., Waynesboro, Pa. Diese hat Stellvorrichtung für konische und cylindrische Arbeitstücke und Hohlräume und ermöglicht kurzen und langen Hub sowie veränderliche Umdrehungszahl der Schmirgelscheibe vermittels Daumen und Reibungsräderantriebes.

Zum Messen der Schieber, deren Dicke auf $^1/_{10}$ mm genau herzustellen ist, dienen besondere Nonien.

No.	Erbauer	Art der Maschine	indizirte Leistung	Dampfcylinder Dmr.	Dampfcylinder Hub	Min.-Umdr.	Dampfdruck	Kurbelzapfen Dmr.	Kurbelzapfen Länge	Kreuzkopfzapfen Dmr.	Kreuzkopfzapfen Länge	Welle im Lager Dmr.	Welle im Lager Länge	Welle Dmr. in der Mitte	Steuerungskanäle Abmessungen Einlass	Steuerungskanäle Abmessungen Auslass	Steuerungskanäle Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Einlass	Steuerungskanäle Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Auslass	Dampfrohre Dmr. Einlass	Dampfrohre Dmr. Auslass	Dampfrohre Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Einlass	Dampfrohre Verhältnis zum Cylinderquerschnitt Auslass	Schwungrad Anzahl	Schwungrad Dmr. und Breite	Schwungrad Gewicht	Bemerkungen
			PS	mm	mm		kg/qcm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			mm	mm				mm	kg	
1		Eincylinder	700	813	1524	62	7	203	203	203	203	406	711	—	310 qcm	465 qcm	16,7	11,1	254	305	10,2	7,1	1	7315	27250	
2		do.	350	610	1219	70	7	152	152	152	152	330	559	—	193 »	354 »	15,1	8,3	178	229	11,7	7,1	1	5650	11350	nicht ausgestellt
3		do.	135	418	942	82	7	105	105	105	105	210	392	—	84 »	142 »	16,4	9,7	102	152	16,7	7,3	1	3658	4550	
4	The Edward P. Allis Co., Milwaukee, Wis.	Verbund mit Kondensation	2000	813 1524	1524	75	11,2	254	254	254	254	559	1245	610	465 » 1625 »	730 » 2340 »	16,7 11,1	7,1 7,8	254 508	305 559	10,2 9,0	7,1 7,4	1	7625	68000	Kraftstation für elektr. Hochbahn
5		Vierfach-Expansion mit Kondensation	2000	660 1016 1524 1778	1828	60	8,1	229	229	229	229	483	813	533	270 » 684 » 1290 » 1935 »	445 » 965 » 1882 » 2640 »	12,7 11,8 14,1 12,8	7,7 8,4 9,6 9,4	203 305 406 508	254 356 457 559	10,5 11,1 14,0 12,2	6,75 8,15 11,0 10,1	1	9150×1930	63700	Maschinenhalle
6		Eincyl. ohne Kond.	2000	1219	1828	65	7	305	305	305	305	610	1067	686	921 »	1275 »	12,7	9,2	356	457	11,7	7,1	1	8500	91000	nicht ausgestellt
7	Bass Foundry & Machine Works, Fort Wayne, Ind.	Verbund mit Kondensation	300	406 762	1067	72	8,8	102	114	86	108	203	406	254	406 × 22 762 × 35	406 × 32 762 × 67	14,5 17,0	9,95 9,0	127 229	152 305	10,2 11,1	7,2 6,25	1	4800×1067	17100	Maschinenhalle
8	Buckeye Engine Co., Salem, Ohio	Dreifach-Expansion mit Kondensation	1000	508 914 825 914	1219	85	8,1	165	178	133	191	330	610	—	737 × 38 775 × 43 775 × 41 775 × 43	737 × 54 775 × 70 775 × 62 775 × 70	7,25 19,7 16,8 19,7	5,1 12,1 11,1 12,1	203 254 254 254	254 305 — 305	6,8 13,0 10,5 13,0	4,0 9,0 — 9,0	1	6100×1900	—	do.
9		Eincylinder	142	419	762	110	—	95	121	85	121	190	381	—	400 × 24	400 × 33	14,4	10,4	152	178	7,6	5,5	1	3965×635	—	do.
10	Corliss Steam Engine Co., Providence, R. J.	Tandem-Dreifach-Expansion	2400	597 927 1372	1524	65	10,5	203	254	203	254	508	106	559	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8540×4675	72436	nicht ausgestellt
11		Verbund	1300	762 1422	1830	60	8,8	162	203	162	203	406	813	483	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9150×2440	54240	
12	Williams Engine & Clutch Works, Beloit, Wis.	Verbund mit Kondensation	1000	584 1168	914	120	8,8	178	178	146	165	330	558	381	546 × 63 —	— 914×108	7,85 —	— 10,9	254 —	— 406	5,3 —	— 8,3	1	4727×1016	13650	Schwungrad für 20 Seile von 32 mm Dmr.
13		Tandem-Verbund	600	483 762	1219	100	9,15	203	216	178	191	368	762	368	406 × 63 660 × 70	457 × 63 660 × 70	7,1 9,9	6,4 9,9	203 —	— 305	5,6 —	— 6,25	1	4700	—	nicht ausgestellt
14	Fitchburg Steam Engine Co., Fitchburg, Mass.	Tandem-Verbund	370	406 762	914	100	8,45	127	152	102	127	279	508	317	406 × 32 573 × 60	406 × 38 573 × 70	10,0 14,2	8,4 12,1	152 203	178 254	7,15 14,1	5,2 9,0	1	5500×813	10500	
15		do.	235	330 609	813	110	8,45	102	127	83	102	191	406	216	330 × 32 610 × 44	330 × 35 610 × 51	8,15 10,9	7,4 9,4	127 178	152 203	6,7 12,0	4,7 9,2	1	4260×660	7050	nicht ausgestellt
16		Eincylinder	150	457	914	100	5,3	114	140	89	114	229	457	254	457 × 32	457 × 38	11,2	9,5	152	178	9,1	6,6	1	4260×635	5450	
17	The Lane & Bodley Co., Cincinnati, Ohio	Eincylinder	200	457	1067	80	8,8	113	127	100	111	227	457	227	457 × 24	457 × 40	14,9	9,0	127	152	12,9	9,0	1	4260×635	6600	
18		Tandem-Verbund	300	406 737	1067	80	8,8	138	143	125	130	265	508	262	406 × 22 711 × 38	406 × 37 711 × 58	14,5 15,8	8,6 10,3	114 229	127 254	12,7 10,3	10,2 8,3	1	5500×914	13400	Maschinenhalle
19		Verbund	300	406 787	1067	75	8,8	84	111	84	111	202	406	316	406 × 22 762 × 46	406 × 37 762 × 57	14,5 13,9	8,6 11,2	114 229	127 254	12,7 11,8	10,2 9,6	1	4860×1092	9300	
20	Mc. Intosh & Seymour, Albany, N. Y.	Zwillings-Tandem-Verbund mit Kondensation	1200	457 813	914	110	8,8	191	229	152	229	356	610	406	—	—	—	—	178 —	— 356	6,6 —	— 5,2	1	4880×1980	23600	do.
21	Russell & Co., Massillon, Ohio	Verbund	600	330 610	610	150	8,8	152	114	133	114	254	406	292	140 qcm 246 »	155 qcm 310 »	6,1 12,1	5,5 9,65	129qcm —	— 406qcm	6,6 —	— 7,4	1	3020×1524	16350	do.

Die Flanschendichtungsflächen der Cylinder und Deckel werden für rein metallische Abdichtung ohne Oelzwischenlage geschabt. Der Gebrauch des Oels hat den Uebelstand, dass beim Demontiren durch Abkratzen des inzwischen hart gewordenen Oels die Dichtungsflächen beschädigt werden.

Aufser den im Vorhergehenden beschriebenen raschlaufenden Dampfmaschinen und den im Berichte des Hrn. Prof. Riedler eingehend erörterten Grofsdampfmaschinen sind in der Ausstellung nur noch verhältnismäfsig wenige Dampfmaschinen amerikanischer Konstruktion mit normaler oder mäfsig hoher Umdrehungszahl vertreten. Zur Vervollständigung der vorangegangenen Berichte seien letztere noch kurz skizzirt, mit dem Hinweise auf eine spätere, durch Zeichnungen vervollständigte Beschreibung derselben.

Die Tabelle auf S. 55 giebt wiederum eine Uebersicht über die Hauptabmessungen der in betracht kommenden Ausstellungsmaschinen, sowie von Dampfmaschinen mehrerer auf der Ausstellung nicht vertretener Firmen.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich zunächst, dass die mittlere Kolbengeschwindigkeit innerhalb derselben Grenzen wie für die raschlaufenden Dampfmaschinen sich bewegt; die Querschnitte der Steuerkanäle dagegen sind meist kleiner genommen, ohne dass jedoch ein allgemein gehaltenes Verhältnis derselben zum Cylinderquerschnitt sich ausspricht; vielmehr scheint die Rücksichtnahme auf die Vereinfachung der Fabrikation der verschiedenen Maschinengröfsen die Annahme der Steuerungsverhältnisse wesentlich zu beeinflussen.

Bass Foundry & Machine Works, Fort Wayne, Ind.

300pferd. Corliss-Verbundmaschine. Beide Cylinder mit Ausklinksteuerung. Aufbau europäischer Bauart. Bajonettrahmen mit Rundführung.

Der Regulator wirkt auf die Steuerungen beider Cylinder. Exzenterantrieb mit Hebelübersetzung ins grofse zur Antriebsscheibe der Schieberhebel.

Dampfcylinderdmr. 406 mm und 760 mm bei 1070 mm Hub und 72 Min.-Umdr.

Buckeye Engine Co., Salem, Ohio.

Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 PS mit 4 Cylindern und 2 Kurbeln unter 90°. Auf jeder Maschinenseite 2 Cylinder, »Tandem« hinter einander aufgebaut, und zwar rechts Hochdruckcylinder, links Mitteldruckcylinder, an den Maschinenrahmen angeschlossen.

Mit diesen sind durch Laterne 2 getrennte Niederdruckcylinder verbunden. Der Aufnehmer zwischen Hoch- und Mitteldruckcylinder liegt quer zwischen den beiden Maschinen unter Maschinensohle. Der Aufnehmer für die beiden Niederdruckcylinder liegt der Länge nach im Fundament und erhält die Zuströmung aus dem Mitteldruck-, die nach beiden Seiten geteilte Abströmung geht zu den Niederdruckcylindern.

Die Ausströmungsröhren nach einem Conover-Kondensator sind am rückwärtigen Ende an den Niederdruckcylindern angeschlossen.

Die Cylinderdmr. sind folgende: Hochdruck- 508 mm, Mitteldruck- 825 mm und die beiden Niederdruck- 914 mm; Kolbenhub 1219 mm, Min.-Umdr. 85.

Steuerung aller Cylinder durch Expansionsdoppelschieber.

Die Hochdrucksteuerung hat 2 Exzenter mit Federregulator, ebenso die Steuerung für die zweite Maschinenseite mit Mittel- und Niederdruckcylinder. Die Schieberkonstruktion ist vollkommen übereinstimmend mit der bei den raschlaufenden Buckeye-Maschinen beschriebenen und in Fig. 73 dargestellten Ausführung. Die Grundschieber sind teilweise entlastet; die schmalen Expansionsschieberplatten gleiten innerhalb der ersteren.

Die Niederdruckcylinder sind auf einer Sohlplatte aufgebaut, welche Verschiebung und Wärmeausdehnung zulässt. In der Laterne sind die Stopfbüchsen der durchgehenden Kolbenstange zugänglich angebracht.

Der hintere Cylinderdeckel am Hochdruckcylinder ist in der Laterne abnehmbar.

Auf der Schwungradwelle sitzen 2 Riemscheiben mit getrennten Armsystemen, im Kranz unter einander verschraubt.

Breite des dreifachen Riemens 1800 mm bei 16 mm Dicke, Riemschiebe 6 m Dmr. bei 1875 mm Breite.

Aufserdem ist noch ausgestellt eine langhubige Eincylinder-Auspuffmaschine von 142 PS mit 110 Min.-Umdr. Die konstruktiven Einzelheiten stimmen mit den für die raschlaufenden Maschinen beschriebenen überein.

Lake Erie Engine Works, Buffalo, N. Y.

Stehende 1000 pferd. Verbundmaschine mit 560 mm Hochdruckcylinder- und 1070 mm Niederdruckcylinderdmr. bei 920 mm Hub. 100 Min.-Umdr.

Einseitig mit Thomson-Houston-Gleichstromdynamo gekuppelt.

Doppeltgekröpfte Welle mit 4 Lagern; Schwungrad zwischen 2 Lagern aufserhalb der Kröpfungen; aufserdem noch 2 Lager für die Dynamomaschine.

Schwungraddmr. 4260 mm, 18 t Gewicht. Entlastete Williams-Schiebersteuerung, Fig. 156; Einlass- und Auslassschieber getrennt zu beiden Seiten der Cylinder.

Schwungradregulator nur auf Hochdruckeinlasssteuerung, und zwar auf den entlasteten Expansionsschieber wirkend. Der Expansionsschieber besteht aus keilförmig zusammengesetzten Platten, welche bei eintretender Abnutzung Nachstellung für Dichthaltung des Schiebers ermöglichen.

Der Grundschieber ist durch eine Gegenplatte ebenfalls entlastet.

Die 3 Antriebexzenter für Einlassschieber des Hoch- und Niederdruckcylinders und Auslassschieber des letzteren sind zwischen den beiden mittleren Lagern der Wellenkröpfung angebracht. Dampfcylinder mit Mantelheizung. Schubstange aus Schmiedeisen, Stahlzapfen mit Abflachung oben und unten, um Grat zu verhindern, der wegen der oszillirenden Bewegung der Schubstange entstehen könnte.

Gusseiserne Schubstangenköpfe mit schmiedeisernen Querstücken.

Der Schwungradregulator hat nur eine Feder von 15 mm Stärke und ist verhältnismäfsig leicht gebaut.

Schwunggewicht aus Metall. Die stellbare Exzenterscheibe ist um einen am Schwungrad befestigten Zapfen drehbar, dessen Masse durch ein besonderes Gewicht ausgeglichen ist.

The Lane & Bodley Co., Cincinnati.

Liegende 400 pferd. Verbundmaschine. 406 mm und 790 mm Cylinderdmr., 1070 mm Hub bei 80 Min.-Umdr. Bauart ähnlich wie bei uns. Uebliche Rundführung. Rahmen in Rippenguss. Hoch- und Niederdruckcylinder mit Corliss-Steuerung, beide mit Ausklinkung. Antrieb mit einem Exzenter. Kreuzkopf aus Gusseisen mit Längskeilnachstellung der Schlitten (Kompositionseinlage); Kolbenstange eingeschraubt. Geschlossener Schubstangenkopf.

Schieberspindel der Drehschieber aus Rotguss. Aufnehmer im querliegenden Ueberströmungsrohr. Kraftübertragung durch Riemscheiben. Schwungraddmr. 4850 mm, Breite 1000 mm, Gewicht 9100 kg.

Aufserdem Eincylindermaschine mit Corliss-Steuerung gleicher Bauart. Lange Kurbellager; Dmr. der Kurbelwelle = 1/2 des Cylinderdmrs., Länge des Kurbellagers 457 mm, Kurbelzapfendmr. = 1/4 Cylinderdmr. (114 mm bei 127 mm Länge). Steuerungsteile haben lange Zapfen.

350 pferd. Tandem-Maschine mit Kondensation. 406 mm und 740 mm Cylinderdmr. bei 1070 mm Hub und 80 Min.-Umdr. Niederdruckcylinder mit Maschinenrahmen verbunden. Hochdruckcylinder dahinter. Versteifung durch 2 Arme. Beide Cylinder mit Ausklinksteuerung und Einwirkung des Regulators. Schwungraddmr. 5500 mm, Breite 915 mm, Gewicht 13200 kg.

Mc. Intosh & Seymour Albany, N. Y.

Liegende Viercylindermaschine von 1200 P.S. mit Kondensation, in der Gesamtordnung ähnlich englischen Walzenzugmaschinen. Fig. 161 zeigt eine Maschinenhälfte. Der Hochdruckcylinder ist hinter den Niederdruckcylinder und

dieser an den Maschinenrahmen zentrisch geschraubt. Der Maschinenrahmen mit viergeleisiger Geradführung ist an den Kurbellagern zur Aufnahme kugelförmiger gusseiserner Lagerschalen mit doppelter seitlicher Keilnachstellung besonders kräftig ausgebildet; die Auflagefläche der Kurbelwelle bildet Weifsmetalleinguss; um die Lagerschalen ist Wassermantel

Fig. 161.

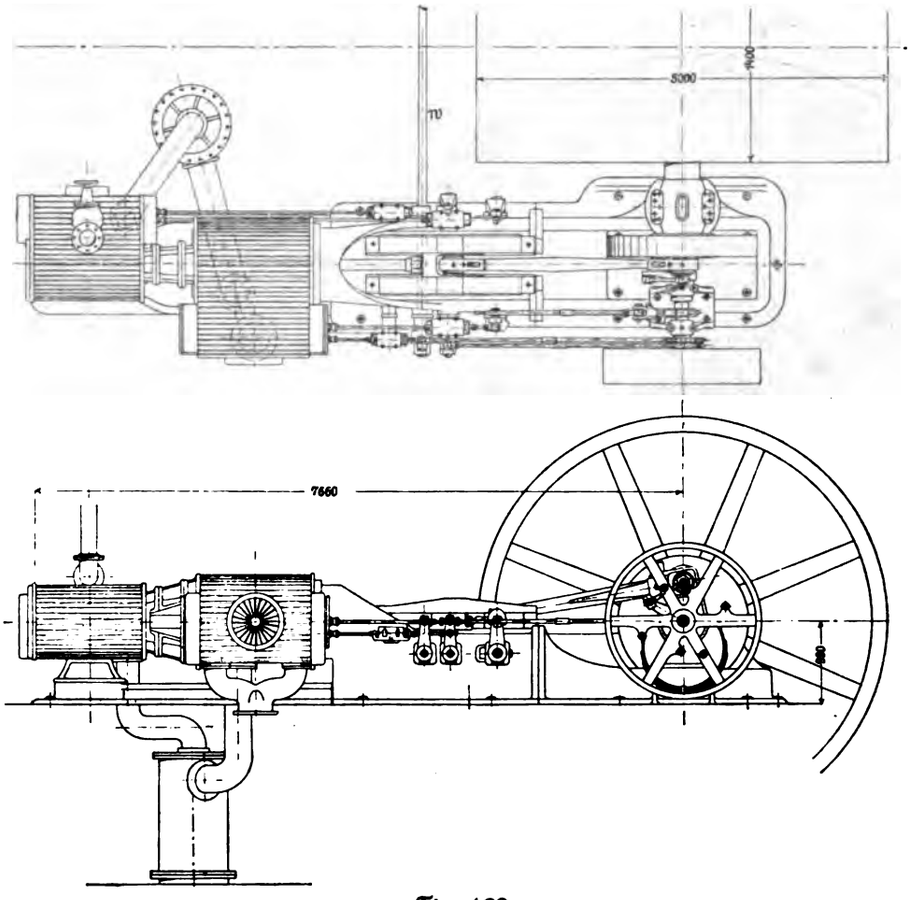


Fig. 162.

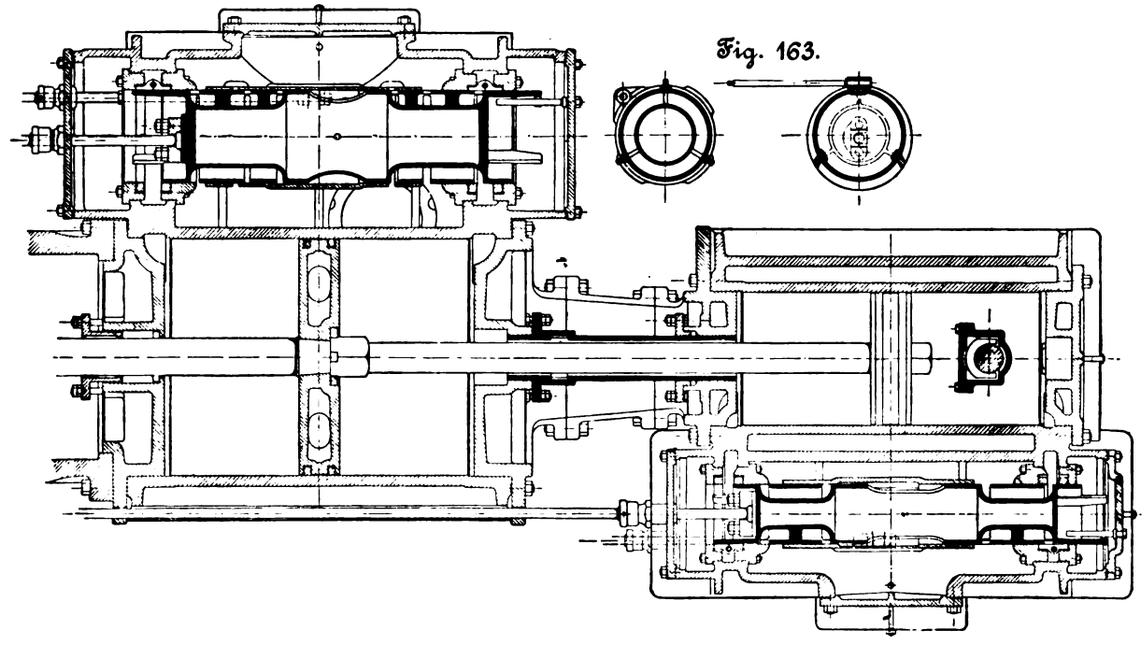


Fig. 163.

vorgesehen. Die Hochdruckcylinder sind mit den Niederdruckcylindern durch herausnehmbare Laternen verbunden und durch lange Metallbüchsen gegenseitig abgedichtet; in letztere ist aufserdem zur Aufnahme des Kolben- und Kolbenstangengewichtes eine nachstellbare Lagerschale eingesetzt, auf welcher die Kolbenstange hauptsächlich schleift. S. Fig. 162. Das

Gewicht des Hochdruckcylinders wird durch einen Fundamentrahmen getragen, der mit dem Maschinenrahmen jedoch ungenügend verschraubt ist.

Die Aufnehmer mit kupfernen Heizschlangenröhren stehen im Fundament; in diese strömt der Dampf von oben ein, seitwärts aus. Der Heizdampf gelangt erst aus dem Dampfmantel des Hochdruckcylinders in die Heizschlange des Aufnehmers.

Hoch- und Niederdruckcylinder haben Doppel-Kolbenschiebersteuerung Fig. 162. Der Grundschieber ist ein an

Fig. 164.

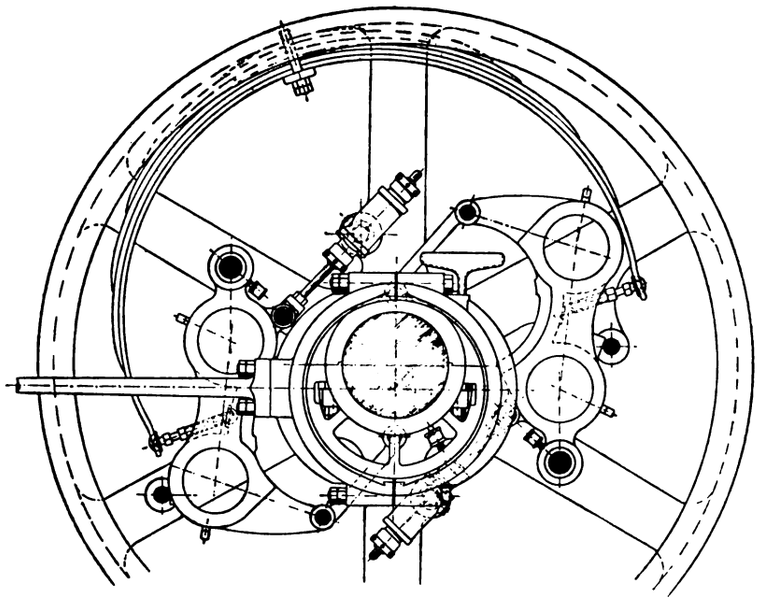


Fig. 165.

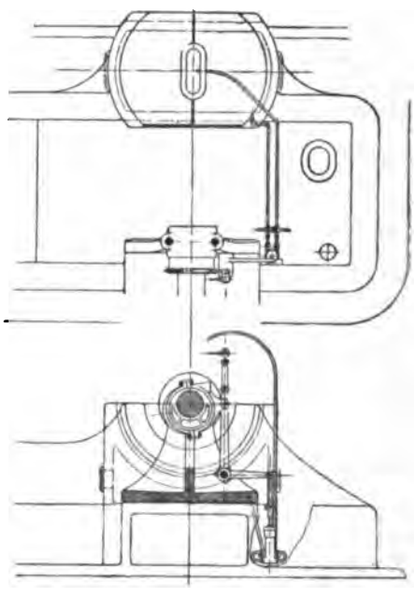
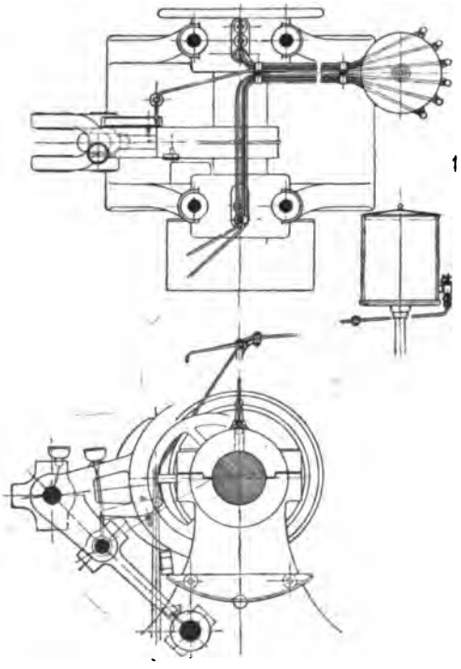


Fig. 166.



beiden Enden geschlossenes verschieden weites Rohr, über dessen mittleren Teil der Expansionsschieber als offenes Rohr geschoben ist.

Am Niederdruckcylinder ist der Expansionsschieber als Gitterschieber ausgebildet.

Die Grundschieber sind an ihren beiden Enden in eingeschraubten Büchsen der Schieberkästen geführt. Die dauernde Dichtheit wird durch nachstellbare Dichtungsringe, welche Fig. 163 im Querschnitt zeigt, erstrebt. Die exzentrisch gedrehten gusseisernen, an ihrer dünnen Stelle geschlitzten Dichtungsringe können von aufserhalb der Schieberkasten mittels einer genügend langen Stellschraube nachgezogen werden.

Der Dampf tritt am mittleren Teil des Schieberkastens ein und an beiden Enden desselben aus, sodass die Schieberstangenstopfbüchsen unter dem Druck des Auspuffdampfes stehen.

Für die äufsere Steuerung der Maschine ist auf jeder Maschinenseite eine besondere Schleppwelle angebracht, welche vom Kurbelzapfen vermittelst Lenker und Hebel angetrieben wird. Jede Schleppwelle trägt ein Grundexzenter für den gemeinschaftlichen Antrieb der Grundschieber des Hoch- und Niederdruckcylinders einer Maschinenseite. Der Grundexzenterring ist mit der Exzenterstange durch ein Gelenk verbunden und schwingt um eine unterhalb der Schleppwelle gelagerte Stütze; es soll hierdurch der Einfluss der endlichen Schubstangenlänge beseitigt und gleiche Füllung auf beiden Cylinderseiten erzielt werden.

Die Bewegung sämtlicher Expansionsschieber erfolgt von einer Maschinenseite aus unter Anwendung einer vor das Schwungrad nach der anderen Maschinenhälfte führenden Steuerhebelwelle *w*. Diese Anordnung ist gewählt, um die Regulirung sämtlicher Expansionsschieber von einem einzigen Schwungradregulator aus zu ermöglichen und damit deren gleichzeitige und gleichmäfsige Verstellung zu sichern. Mit dem auf der Schleppwelle der einen Maschinenseite befindlichen Regulator sind daher zwei um 90^0 versetzt arbeitende Expansionsexzenter verbunden.

Da die Schieberkasten zusammengehöriger Hoch- und Niederdruckcylinder auf entgegengesetzter Seite der Maschinenachse liegen, müssen sämtliche Achsen der Schwinghebel durch die Maschinenrahmen geführt und alle Schwinghebel doppelt angeordnet sein. Die Steuerung ist infolgedessen eine der komplizirtesten, die je gemacht wurden, jedoch in allen Teilen sehr kräftig und konstruktiv gut durchgebildet. Insbesondere sind die Antriebshebel und Wellen sehr stark gehalten, die Uebertragungsstangen für die Expansionsschieber dagegen kaum 20 mm, für die Grundschieber kaum 25 mm stark.

Bezüglich des Schwungkugelregulators, Fig. 164, ist zu bemerken, dass derselbe nur auf Verdrehen der Expansionsexzenter um die Steuerwelle wirkt, so dass nur der Voreil-

winkel, nicht aber die Exzentrizität der steuernden Exzenter veränderlich ist. Die Figur zeigt den Regulator im offenen Zustande.

Für Dampfmaschinen mit einfacher Schiebersteuerung führt die Firma die Regulatoren so aus, dass das steuernde Exzenter quer zur Kurbelwelle verschoben wird und eine gleichzeitige Veränderung des Voreilwinkels und der Exzentrizität erfolgt.

Fig. 167.

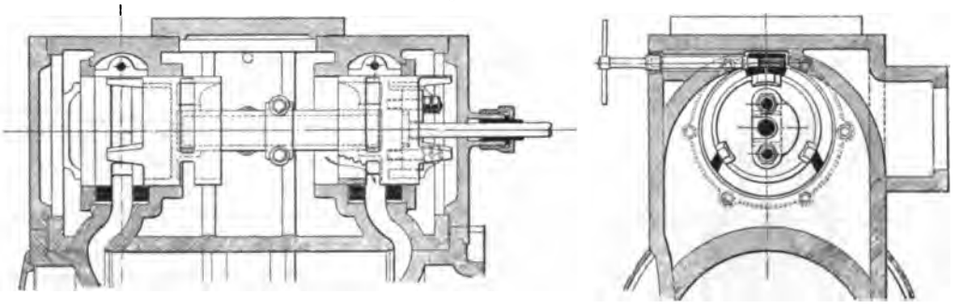


Fig. 168.

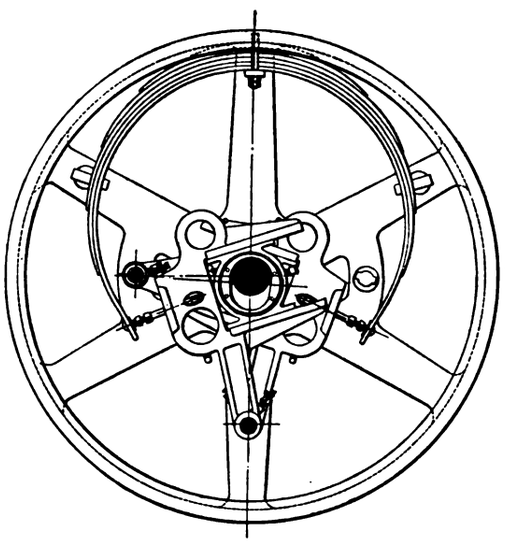


Fig. 169.

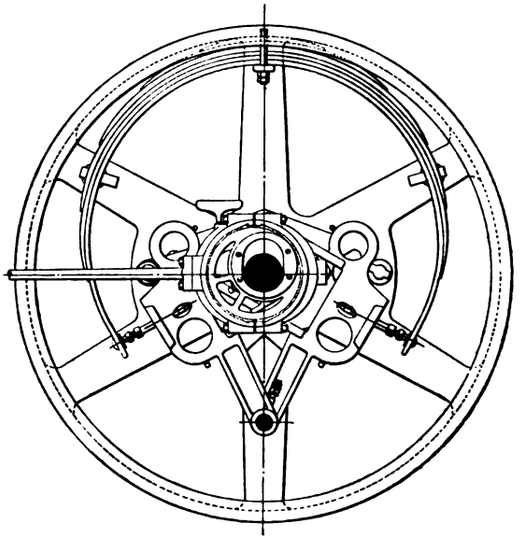
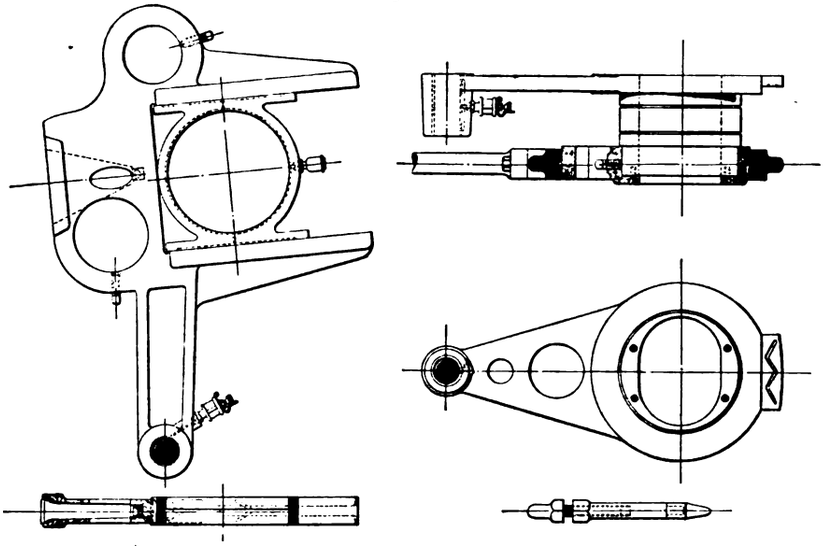


Fig. 170.



Die doppelten Blattfedern, welche der Centrifugalkraft der Regulatorgewichte das Gleichgewicht halten, greifen mittels stellbarer Druckbolzen im Schwerpunkt der Gewichte an.

Die Schmierung der Kurbellager erfolgt automatisch vermittelst einer kleinen, von der Schleppwelle angetriebenen Oelpumpe, Fig. 165. Letztere saugt aus einem Oelbehälter unterhalb des Lagers und führt das Oel durch den Lagerdeckel zu. Das freie Ablaufen von Oel an den Lagerenden verhindern lose über die Welle gelegte Ringe, welche in den Oelbehälter hineinragen und das Oel dort abtropfen lassen. Die Schmierung der Steuerteile auf der Schleppwelle, sowie der Kurbelzapfen von einem gemeinschaftlichen Oelgefäfs aus

ist durch Tropfeinrichtungen sichtbar gemacht, Fig. 165 und 166.

Für Eincylindermaschinen mit hoher Umdrehungszahl wird der einfache Kolbenschieber mit stellbaren Dichtungsringen wie in Fig. 167 dargestellt, in Verbindung mit dem Schwungradregulator, Fig. 168 und 169, ausgeführt.

Fig. 168 zeigt die Ruhelage der Regulatorteile.

Fig. 169 die Aufsenlage der letzteren.

Die in Fig. 170 getrennt dargestellten Einzelteile des Regulators zeigen die Konstruktion des an einem Hebel drehbaren Exzenters, sowie die mit den Exzenterführungen aus einem Stück gebildeten Centrifugalgewichte und des stellbaren Druckbolzens zwischen Federn und genannten Gewichten.

In der Kraftstation der elektrischen Hochbahn der Ausstellung befindet sich noch eine 300 pferdige Tandem-Ver-

Fig. 171.

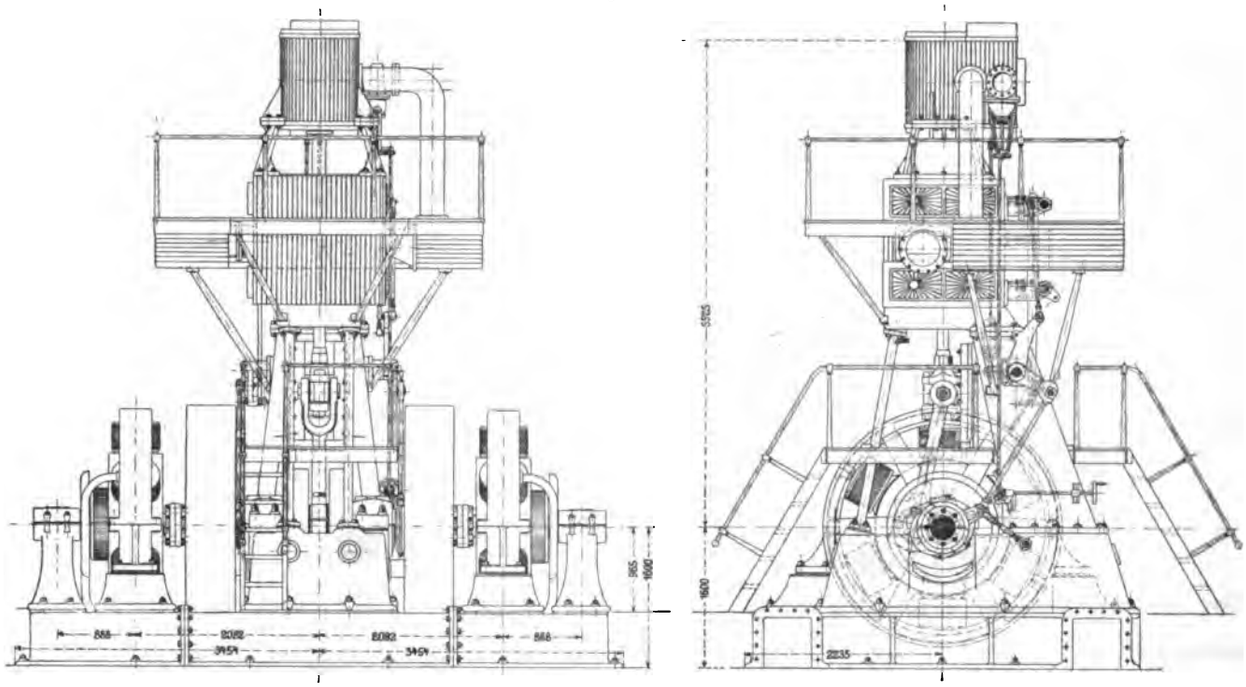
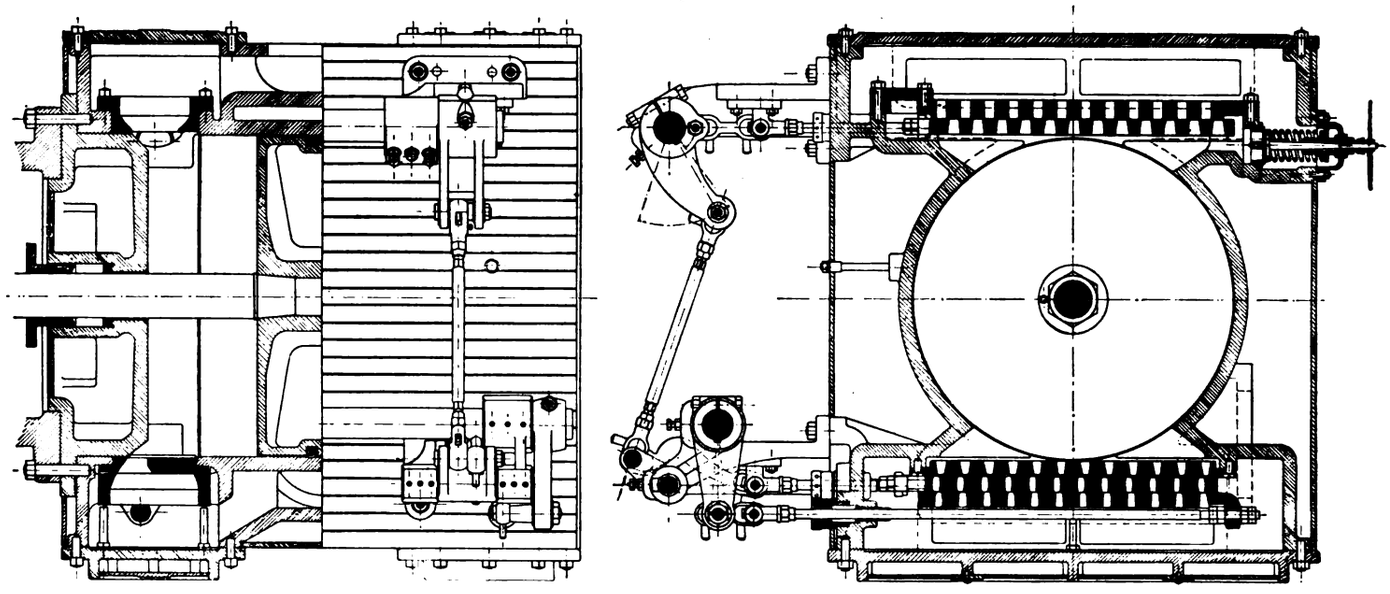


Fig. 172.



dundmaschine mit 150 Min.-Umdr.; Durchmesser des Hochbruckcylinders 340 mm, des Niederdruckcylinders 585 mm bei 560 mm Hub. An die Maschine ist ein Deanescher Kondensator angeschlossen.

Hochdruckcylinder hinter Niederdruckcylinder, mit Doppelschieberkolbensteuerung; die Schieberkasten beider Cylinder liegen auf verschiedenen Seiten. Der Schwungradregulator wirkt auf Hoch- und Niederdrucksteuerung.

Die Firma, deren Ausführungen in den vereinigten Staaten einen besonders guten Ruf geniefsen, baut aufser horizontalen Dampfmaschinen auch vertikale mit beliebig grofser Leistung und Umdrehungszahl.

Die typische Ausführung derselben mit einseitigem gusseisernen Ständer ist in Fig. 171 für eine Tandem-Kompound-Dampfmaschine mit einem Hochdruckcylinder von 19" (482 mm) Bohrung und einem Niederdruckcylinder von 36"

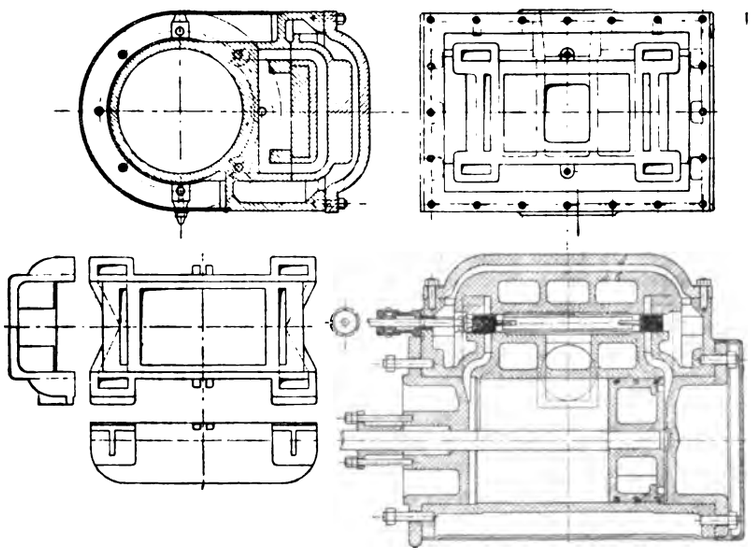
(914 mm) Bohrung bei 24" (610 mm) Hub dargestellt. Die Eintrittsdampfspannung soll 125 lbs (8 1/3 Atm.), die Umdrehungszahl 150 in der Minute betragen. Die Steuerung für beide Cylinder wird entweder mit Doppel-Expansionskolbenschiebern, wie oben für die horizontale Anordnung beschrieben, mit Schwungradregulator ausgeführt oder, wie bei der dargestellten vertikalen Maschine, am Niederdruckcylinder mit Gitterschiebern. Dieselben bieten den Vorteil geringer bewegter Massen, grofser Durchgangsquerschnitte bei geringem Schieberhub und verursachen bei horizontaler Schubrichtung keine einseitige Gewichtswirkung auf die äufseren Steuerteile wie die vertikalen Kolbenschieber.

Fig. 172 zeigt die Konstruktion des Niederdruckcylinders, nebst Gitterschiebern und deren Antriebs. Ein- und Auslasssteuerung ist getrennt ausgeführt und zwar erstere mit Doppelschiebern, letztere mit einfachem Gitterschieber.

J. H. Ewen Manufacturing Co., Ridgway, Pa.

Gewöhnliche liegende Verbundmaschine mit Kurbelkröpfung und zwei Schwungrädern. Niederdruckcylinder fliegend an das Maschinenbett geschraubt; Hochdruckcylinder mittels Laterne dahinter. Die Laterne, welche durch einen Sockel unterstützt ist, enthält zwei Stopfbüchsen für durchgehende Kolbenstange. Beide Cylinder besitzen entlastete Rahmenschiebersteuerung; der Hochdruckschieber mit Federregulator verbunden. Den Niederdruckcylinder mit Steuerung zeigt Fig. 173. Der Rahmenschieber giebt, durch angegossene

Fig. 173.

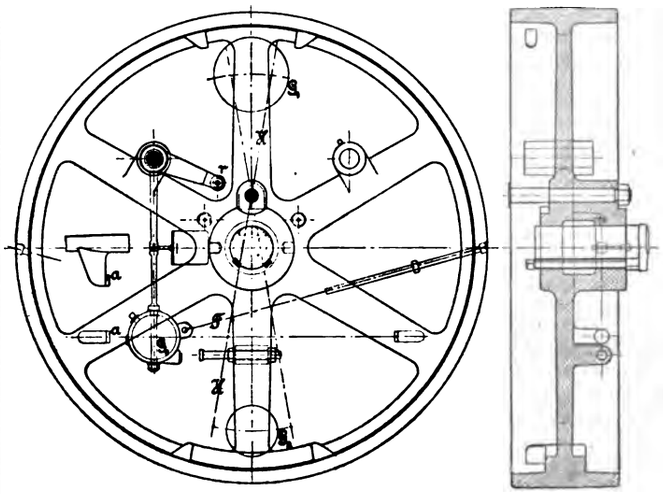


Seitenkanäle am Schieberspiegel und in der Gegenplatte, doppelte Dampfein- und austrittsquerschnitte.

Eigenartig ist die Wirkungsweise des Federregulators Fig. 174; derselbe ist von den vorher angeführten dadurch unterschieden, dass nicht nur die Centrifugalkraft eines Gewichtes G_0 zum Verstellen des Steuerexzenters benutzt wird, sondern aufserdem das Trägheitsvermögen zweier Gewichte $G_1 G_2$, welche an den Enden eines exzentrisch gelagerten Doppelhebel H sitzen. Der Doppelhebel, welcher in der Fig. 174 nur in seiner Mittellinie angedeutet ist, trägt unmittelbar das Steuerexzenter und steht aufserdem durch den kurzen Arm r des, mit dem Zentrifugalgewicht G_0 verbundenen Winkelhebels, mit G_0 im Zusammenhang.

Die mit einer Veränderung der Umfangsgeschwindigkeit des Rades auftretende plötzliche Beschleunigung oder Verzögerung der Hebelgewichte G_1 und G_2 wirkt rascher und kräftiger auf Verstellung des Steuerexzenters als die Ver-

Fig. 174.



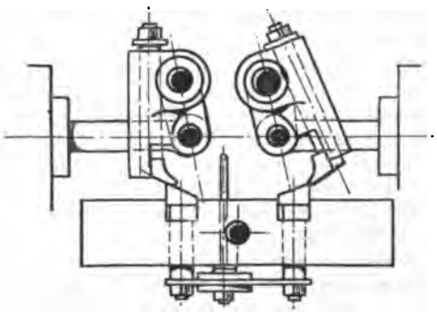
änderung der Zentrifugalkraft des Gewichtes G_0, welche erst nach einer länger andauernden Geschwindigkeitsveränderung des Regulatorrades eintreten kann.

Der Regulator soll wesentlich kleinere Geschwindigkeitsänderungen der Maschine bei plötzlicher oder allmählicher Veränderung der Leistung oder der Dampfspannung ergeben, als mit den üblichen Centrifugalregulatoren möglich.

Providence Steam Engine Co., Providence.

In der Kraftstation der elektrischen Hochbahn eine Tandem-Verbundmaschine für 750 PS bei 100 Min.-Umdr., Cylinderdmr. 508 und 965 mm bei 1220 mm Kolbenhub. Die Maschine treibt eine Thomson-Houston-Dynamomaschine mittels eines Doppelriemens von 1220 mm Breite. Schwung-

Fig. 175.



raddmr. 5500 mm bei 30 t Gewicht. Die Dampfcylinder haben Flachschieber-Präzisionsteuerung nach Green.

Die Exzenterstange bewegt einen kräftigen Schlitten, welcher zwei Knaggen mit schrägen Gleitflächen trägt, deren Höhenlage vom Regulator verstellt wird, Fig. 175. Mit diesen kommen drehbare an den Stangen der getrennten Einlassschieber sitzende Knaggen in Eingriff, wobei die Eröffnung der Einlasskanäle erfolgt. Der Schluss derselben geschieht, nachdem der Eingriff der Knaggen unterbrochen, wie üblich durch Luftkolben und Puffer.

M. F. Gutermuth.

Ueber Riementriebe in Amerika.

Dass man in Amerika seit langer Zeit in viel ausgedehnterem Maſse für Uebertragung ganz bedeutender Kräfte und bei wesentlich höheren Geschwindigkeiten Riemen verwendet als in Europa, ist eine längst bekannte Thatsache. Die vorzügliche Beschaffenheit des vorhandenen Ledermaterials, eine groſse Gewandtheit in der Anfertigung und Behandlung selbst sehr breiter Riemen und die geringe Scheu, welche der Amerikaner abnormen Verhältnissen gegenüber an den Tag legt, sind die hauptsächlichsten Gründe dieser Erscheinung.

Während man in Europa sich den rechnungsmäſsig festgelegten Grenzen der Geschwindigkeit nur zaghaft nähert, und im gröſseren Publikum eine, in vielen Fällen sehr ungerechtfertigte Abneigung gegen hohe Geschwindigkeiten findet, geht der Amerikaner mit einer gewissen Kühnheit an die äuſsersten Grenzen und probirt Ausführungen, für welche der europäische Konstrukteur wenig Sympathie und selten — einen Käufer findet.

Nicht zum geringsten Teile jedoch ist der Einführung von Riementrieben für groſse Kräfte in Europa der Umstand hinderlich, dass breite und starke Riemen amerikanischer Beschaffenheit schwer zu haben sind und in der ersten Anlage daher ganz wesentlich teurer kommen als Seile, während in Amerika dieser Unterschied nicht so bedeutend ist. Selbst der Umstand, dass Riemen bei richtiger Anlage eine 3- bis 6mal längere Verwendungsdauer besitzen als Seile, ist nicht imstande, die Vorteile geringer erster Anschaffungskosten zu besiegen.

Eben diese Billigkeit und die Leichtigkeit, mit welcher Seile gegenüber Riemen zu behandeln sind, bewirken, dass selbst in Amerika die Seiltriebe einer gesteigerten Beliebtheit sich erfreuen und beginnen, den Riemen an jenen Stellen, wo die Bedingungen dafür halbwegs günstig sind, starke Konkurrenz zu machen. Dazu kommt noch, dass man bei sehr groſsen Kräften in der Zahl der Seile, die man neben einander legen kann, nicht beschränkt ist, während man in der Breite der Riemen immerhin an gewisse Grenzen gebunden ist, welche durch die Schwierigkeit in der Herstellung gegeben sind. An Stellen freilich, wo nur eine geringe Achsenentfernung vorhanden ist, oder hohe Geschwindigkeiten verlangt werden, wird der Riemen nach wie vor sein Feld behaupten.

Als Material für Treibriemen wird fast ausschlieſslich Leder verwendet, bei gröſseren Kräften in doppelter und selbst dreifacher Lage. Die Herstellung dieser Riemen ist eine vorzügliche. Sie sind sämtlich geleimt, egalisirt und gestreckt und daher ihr Lauf in den weitaus meisten Fällen schnurgerade und sehr ruhig. Im Betriebe werden die Riemen von Zeit zu Zeit etwas gefettet, um sie geschmeidig zu erhalten, im übrigen aber von Staub und Schmutz durch zeitweises Waschen mit warmem Wasser gründlich gereinigt. Die Anwendung von Harz oder sonstigen klebrigen Riemenschmieren ist nirgends zu treffen, auch dann nicht, wenn die Riemen an der Grenze ihrer Leistung angelangt sind und schlecht durchziehen. Die breiten Riemen werden mit dem Gurtspanner aufgelegt und die Verbindungsstellen sorgfältig geleimt, sodass sie sich im Betriebe in keiner Weise störend bemerkbar machen und die Anwendung von Leit- oder Spannrollen ohne weiteres gestatten.

Die vorerwähnten guten Eigenschaften der amerikanischen Riemen und deren richtige Pflege im Verein mit sehr sorgfältiger Montage der Wellen und Scheiben machen es möglich, dass bei verhältnismäſsig geringer Wölbung der Scheiben ein gutes und gerades Laufen der Riemen gewährleistet ist, und es werden daher Riemen nicht nur für groſse Achsenentfernungen bis zu 40 m und darüber, oft senkrecht nach aufwärts, sondern auch mit Hilfe von Leit- und Spannrollen für Uebertragung auf Wellen verwendet, deren Achsen in den verschiedensten Richtungen liegen. Solche mehrfach geschlungene Riemen laufen selbst bis zu 26 m/sek und in Breiten bis zu 1 m und darüber tadellos gut, ohne zu schlenkern oder auf den Scheiben zu tanzen. Das Entwerfen solcher Riementriebe, deren Ausführung und Montage ist Spezialität einzelner Konstrukteure und Firmen geworden, von welchen hier die American Tool Co. in Boston erwähnt sein mag.

Als Beispiele solcher ausgeführten Anlagen mögen die Fig. 177 bis 181 gelten, welche sich ohne weiteres selbst erklären.

Wie ersichtlich, wird von Leit- und Spannrollen ausgiebiger Gebrauch gemacht. Es ist allerdings bekannt, dass diese eine gewisse Reibungs- und Biegungsarbeit für sich in Anspruch nehmen und den Riemen unter Umständen schädlich beeinflussen können; andererseits aber ist es durch sie auch oft möglich, den umspannten Bogen bei der kleinen und zumeist getriebenen Scheibe erheblich zu vergröſsern und dadurch geringere Breiten der Riemen für eine gewisse Kraftübertragung zu erzielen. Durch groſse Durchmesser der Leitrollen kann man ferner die schädlichen Einflüsse auf die Riemen auf das geringste Maſs bringen und genieſst dann den erheblichen Vorteil, dass man den Riemen jederzeit der Beanspruchung gemäſs in Spannung halten kann, ohne ihn für das Spannen öffnen zu müssen, was bei groſsen und namentlich bei geleimten Riemen eine zeitraubende und lästige Arbeit ist.

Da solche Riemenleitungen, wie die geschilderten, in gröſseren Fabriken meist als Zwischentransmissionen zu finden sind, ist es schwer, genau zu ermitteln, welche Kräfte sie zu übertragen haben, zumal die Angaben, welche in dieser Beziehung gemacht werden, sehr oft den Stempel der Unsicherheit an sich tragen. Es ist daher auch nicht möglich, die thatsächlichen Beanspruchungen durch Rechnung zu ermitteln. Besser gelingt dies bei den groſsen Hauptantrieben, welche von Dampfmaschinen oder Turbinen ausgehen und bei welchen man durch Vergleichung der Abmessungen der Motoren oder durch Indikatorversuche die gemachten Angaben richtig stellen kann. Aber auch in diesen Fällen läſst sich ein unmittelbarer Vergleich der einzelnen Ausführungen durch dieselbe Rechnungsmethode nicht erzielen, weil die besonderen Verhältnisse, welche bei jeder Anlage bestimmend eingewirkt haben, berücksichtigt werden müssen und naturgemäſs die Berechnungsweise beeinflussen. Die in der Tabelle auf Seite 2 zusammengestellten Zahlen haben daher auch nur den Zweck, im allgemeinen zu orientiren und auf jene besonderen Fälle

aufmerksam zu machen. Bei der Berechnung der Inanspruchnahme ist in der allgemeinen Formel der umspannte Bogen gleich 180° gesetzt, und dann sind die Beanspruchungen getrennnt ermittelt, welche sich aus der zu übertragenden Kraft allein und dem durch die Zentrifugalkraft auftretenden Anteil ergeben. Bei den hohen Geschwindigkeiten, mit welchen man in Amerika Riemen laufen lässt, ist es interessant, zu beobachten, einen wie grofsen Teil der Beanspruchung des Riemens die Zentrifugalkraft bedingt und wie dadurch die nützliche Uebertragungsfähigkeit des Riemens vermindert wird.

In der letzten Spalte der Tabelle sind als Bemerkungen die besonderen Verhältnisse angeführt, unter welchen die einzelnen Riementriebe ausgeführt sind; daraus ist ersichtlich, ob und in welcher Weise die Berechnung entsprechend geändert werden müsste.

Als der höchstbeanspruchte der beobachteten und berechneten Riemen erscheint No. 15. Wie aus Fig. 181 ersichtlich, ist diese Lösung mit Leit- und Spannrolle der geringen Achsenentfernung zwischen treibender und getriebener Scheibe wegen durchgeführt, und der umspannte Bogen bei beiden

No.	Firma	Riemscheiben: Dmr. treibend mm	Dmr. getrieben mm	Entfernung m	Min.-Umdr. treibend	Min.-Umdr. getrieben	übertragene PS.	Umfangskraft P kg	Riemen: Breite mm	Dicke mm	Querschnitt f qcm	Geschwindigkeit v m	Beanspruchung $\sigma_2 = q_1 \frac{v^2}{g} + \frac{2P}{f}$: $q_1 \frac{v^2}{g} = 0{,}0112\,v^2$	$\frac{2P}{f}$	σ_2	Bemerkungen
1	Lowell Mfg. Co., Lowell	7620	4265	—	85	151	650	1438	1015	10	101,5	33,9	12,8	28,4	41,2	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1600 PS$_i$ Riemen werden als zu schwach bezeichnet
2	Pacific Mills, Lawrence	6095	1587	—	66	255	325	1160	660	10	66,0	21,0	4,9	35,1	40,0	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 800 PS$_i$
3	Amoskeag Co., Manchester	6857	2438	—	72	200	450	1308	1015	10	101,5	25,8	7,4	25,9	33,3	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1000 PS$_i$ getriebene Scheiben mit Leder bandagirt Spannrollen für beide Riemen
4	do.	9140	2743	16,5	61	200	850	2180	1270	10	127,0	29,9	9,5	34,4	43,9	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 2000 PS$_i$ alle Scheiben mit Holzkranz, 9 mm Wölbung
5	do.	6908	3352	—	79	162	600	1578	1015	10	101,5	28,5	9,11	31,1	40,2	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1400 PS$_i$ alle Scheiben mit Holzkranz, 9 mm Wölbung
6	American Wire Co., Cleveland	7315	3047	13	75	180	800	2090	1524	16	243,8	28,7	9,2	17,2	26,4	Dampfmaschine 1000 PS$_i$ Riemen dreifach
7	do.	6705	1828	13	96	350	625	1390	1066	16	170,6	33,7	12,7	16,3	29,0	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1500 PS$_i$ Riemen dreifach
8	do.	7315	1370	12	96	512	1250	2550	1473	18	265,1	36,8	15,1	19,3	34,4	Dampfmaschine 1500 PS$_i$ Riemen dreifach mit Spannrolle 1525 mm Dmr. treibende Scheibe 13 mm, getriebene 16 mm gewölbt, Fig. 187
9	Cleveland Wire Nail Co., Cleveland	5486	2743	10	90	180	850	2470	1220	16	195,2	25,8	7,5	25,3	32,8	Dampfmaschine 1000 PS$_i$ Riemen dreifach
10	do.	4875	2438	8	90	180	450	1465	1066	16	170,5	23,0	5,9	17,5	23,4	Dampfmaschine 500 PS$_i$ Riemen dreifach
11	Washburn-Mühle A, Minneapolis	6145	3352	11	75	138	475	1188	1015	10	101,5	24,1	6,5	23,4	29,9	2 gleiche Riemen neben einander Dampfmaschine 1100 PS$_i$ Spannrolle 1220 mm Dmr.
12	do.	6145	3048	33,5	68	137	475	1350	915	10	91,5	21,2	5,2	29,6	34,8	2 gleiche Riemen neben einander Dampfmaschine 1100 PS$_i$ Leit- und Spannrollen 1220 mm Dmr., Fig. 182
13	Palisade-Mühle, Minneapolis	7315	3353	15	65	140	650	2000	1320	9	118,8	24,8	7,0	33,3	40,3	Dampfmaschine 800 PS$_i$ Spannrolle 1525 mm Dmr.
14	Anchor-Mühle, Minneapolis	4846	2743	15	78	140	540	1940	1015	10	101,5	19,7	4,3	38,4	42,7	Dampfmaschine 650 PS$_i$ Spannrolle und Leitrolle je 1220 mm Dmr.
15	do.	2540	1975	2,3	110	140	520	2670	1065	10	106,5	14,6	2,4	50,1	52,5	Turbine 700 theor. PS Spannrolle 1165 und Leitrolle 1220 mm Dmr. Konstruktion durch Raummangel bedingt, Fig.
16	Westend-Strafsenbahn Co., Boston	8534	2430	11,5	70	245	850	2035	1370	8	109,6	31,3	10,9	37,0	47,9	2 gleiche Riemen neben einander [181 Dampfmaschine 2000 PS$_i$ Spannrollen 1830 mm Dmr., Fig. 189
17	Minneapolis-Strafsenbahn Co., Minneapolis	8535	2590	11,8	68	225	1250	3088	1830	10	183,0	30,4	10,3	33,7	44,0	Dampfmaschine 1500 PS$_i$ Spannrolle 1525 mm Dmr., Fig. 183
	In der Ausstellung in Chicago:															
18	E. P. Allis Co., Milwaukee	9140	2740	16	60	200	1000	2610	1825	16	292,0	28,7	9,2	17,8	27,0	2 dreifache Riemen über einander Dampfmaschine 2000 PS$_i$ Wölbung der Schwungscheibe 8 mm, Fig. 191
19	Fraser & Chalmers, Chicago	8535	2565	16	60	200	1000	2790	1625	16	262,0	26,8	8,0	21,3	29,3	dreifacher Riemen Dampfmaschine 2000 PS$_i$ Wölbung beider Scheiben 6½ mm, Fig. 192 und
20	Mc Intosh & Seymour Co., Auburn	4875	2740	11	112	200	1000	2610	1825	16	292,0	28,7	9,2	17,8	27,0	dreifacher Riemen [193 Dampfmaschine 1000 PS$_i$
21	Buckeye Engine Works, Salem	6095	2590	11	85	200	1000	2760	1825	17	310,0	27,1	8,2	18,0	26,2	dreifacher Riemen Dampfmaschine 1000 PS$_i$
22	Atlas Engine Works, Indianapolis	3675	2740	11	150	200	1000	2610	1825	18	328,0	28,7	9,2	16,0	25,2	dreifacher Riemen Dampfmaschine 1000 PS$_i$
23	do.	3675	1828	10	150	300	500	1300	915	16	146,5	28,7	9,2	17,7	26,9	dreifacher Riemen Dampfmaschine 500 PS$_i$
24	Russel & Co., Massillon	3050	1525	9	125	275	500	1875	1470	9	132,3	19,9	4,5	28,5	33,0	
25	Providence Steam Engine Co.	5486	1220	12,8	80	360	750	2450	1220	10	122,0	22,9	5,9	40,1	46,0	Zentralstation der elektrischen Hochbahn mit Spannrolle von 1220 mm Dmr.

Scheiben wesentlich gröfser als 180°. Wird die Berechnung mit 255° durchgeführt, so ergiebt sich eine Beanspruchung von 40 kg/qcm, die sich damit innerhalb jener Grenzen bewegt, die auch an anderen Stellen gefunden worden ist.

Auch in der für den Fall No. 12 der Tabelle angeführten Lösung, Fig. 182, war die Platzfrage für die Führung der Riemen mafsgebend.

Fig. 183 zeigt die Anordnung des Riementriebes für No. 17,

Fig. 177.

Riementrieb der Armour's Grain Elevator Co.
Mafsstab 1 : 300.

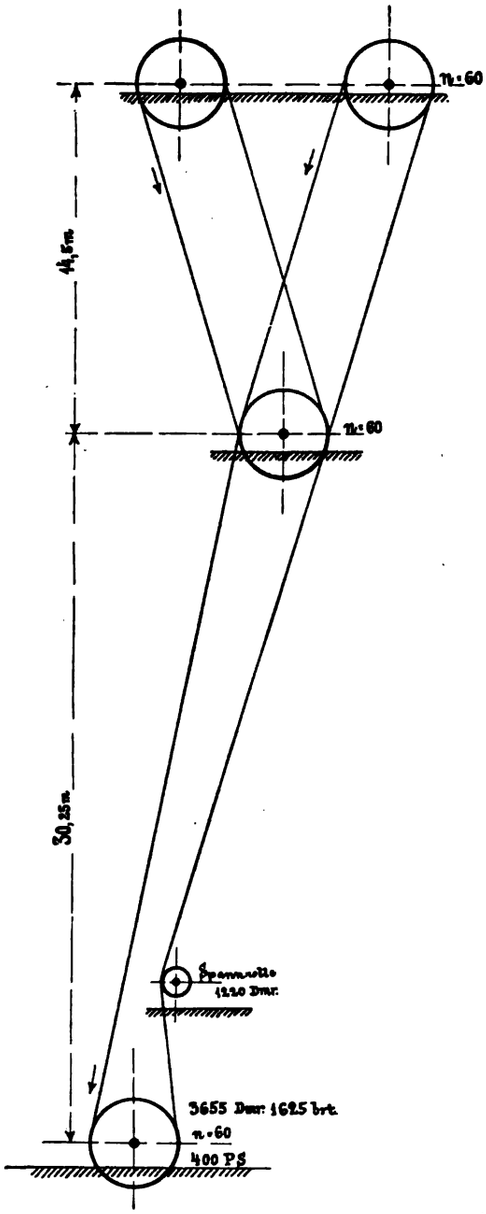
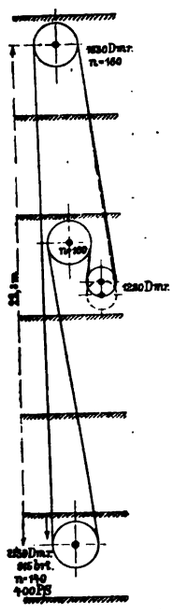


Fig. 176.

Riementrieb der Washburn-Mühle A
Mafsstab 1 : 300.



während die ähnliche Anordnung für No. 16 bereits früher in Heft 1 S. 16 und 17 beschrieben ist.

Besonderes Interesse beansprucht bei den aus der Tabelle ersichtlichen hohen Umfangsgeschwindigkeiten die Konstruktion der Schwungräder und Riemscheiben.

Die ursprünglich von Corliss herrührende Art des Einsetzens der Arme zwischen zwei Nabenplatten ist noch bis heute in verschiedenen Abarten am meisten verbreitet. Seltener ist das Einsetzen der Arme mit konisch gedrehtem Ende und Befestigung mit Keilen in der Nabe; häufiger werden die Arme an beiden Enden flanschförmig ausgebildet und dann mit Nabe und Kranz verschraubt, wobei alle Schrauben auf Zug beansprucht sind.

Die Kränze sind bei den Riemscheiben durchweg mit nach innen umgebogenem Rande hergestellt, welcher abgedreht ist und den Kranz dicker erscheinen lässt, als er in der That ist. Die Teilfugen sind bei allen besseren Ausführungen in die Mittellinie der Arme gesetzt, und dann ebenso viel Kranzsegmente vorhanden wie Arme. Bei kleineren zwei- bis vierteiligen Riemscheiben sind auch die Arme in der Mitte geteilt und in der üblichen Weise gesprengt. Seltener sind die Teilfugen seitlich, dicht an die Arme heran gesetzt; doch finden sich auch selbst bei ganz grofsen Schwungrädern noch Ausführungen, bei welchen bei geringer Armzahl die Teilfugen mitten zwischen die Arme gesetzt sind, obwohl gerade diese Konstruktion erwiesenermafsen am häufigsten zu Brüchen und argen Zerstörungen Veranlassung gegeben hat.

Dass Schwungräder infolge zu hoher Beanspruchung und mangelhafter Ausführung platzen, gehört in Amerika nicht gerade zu den Seltenheiten, und die Schilderung der damit verbundenen Verheerungen bildet eine häufig wiederkehrende Rubrik in den Fachzeitungen. Die Verluste an Menschenleben und der grofse materielle Schaden, welche damit verbunden sind, haben aber doch zur Folge gehabt, dass man an den Stellen, wo hohe Geschwindigkeiten Bedürfnis sind, der Konstruktion der Schwungräder eine erhöhte Aufmerksamkeit zuwendet und dann zu Lösungen kommt, welche als ebenso seltsam wie originell bezeichnet werden müssen und nähere Beachtung verdienen.

Ein Fall, welcher zum Umbau sämtlicher Schwungräder und Riemscheiben in einem ganz grofsen Werke Anlass gegeben hat, ereignete sich im Oktober 1891 in der Weberei der Amoskeag Co. in Manchester, Mass.

Die in Fig. 184 angedeutete Zwillingsdampfmaschine von 915 mm Cylinderdmr., 1830 mm Hub und 61 Min.-Umdr. war im Jahre 1883 von G. Corliss in Providence geliefert worden. Der eine Cylinder arbeitete mit, der andere ohne Kondensation. Das Schwungrad hatte 9,14 m Dmr. ($v = 29{,}3$ m), 2,795 m Kranzbreite, 12 Arme von der in Fig. 185 dargestellten Konstruktion und wog 52200 kg; der Kranz allein 32700 kg.

Die Leistung der Maschine, etwa 1950 bis 2000 PS_i, wurde in der in Fig. 184 angedeuteten Weise mit 3 Doppelriemen, 2 von 1015 mm Breite und 1 von 610 mm Breite, auf 3 Wellen übertragen, von welchen die auf der linken Seite gelegenen beiden Hauptwellen nicht in derselben Fluchtlinie sich befanden, sondern einen sehr stumpfen Winkel von etwa 178° bildeten, der die Anwendung von Spannrollen zur Riemenführung nötig machte. Die Maschine war bis zum Unfalle im ganzen 879 Tage im Betriebe und wurde in der letzten Zeit nur dann gebraucht, wenn die den Betrieb besorgenden Turbinen infolge von Wassermangel abgestellt werden mussten.

Die erste ungewöhnliche Erscheinung knapp vor dem Unfalle war ein Nachlassen der Geschwindigkeit der beiden Hauptwellen und ein Gleiten der beiden breiten Riemen. Die Werkmeister in der Weberei, in der Meinung, dass die Maschine aus irgend einem Grunde stille stehe, stellten einen grofsen Teil der Webstühle ab. Im selben Augenblick stieg die Geschwindigkeit der so entlasteten Maschine so ungewöhnlich, dass der Maschinist, sofort aufmerksam gemacht, das Sperrventilabdrehte. Es war jedoch zu spät, denn unmittelbar darauf platzte das Schwungrad, die einzelnen Teile zerstörten das Gebäude und töteten 3 Menschen.

Bei der an der rechten Seite von der schwächeren dritten Welle betriebenen Anlage ist eine Unregelmäfsigkeit, bis auf das Anwachsen der Geschwindigkeit knapp vor dem Unfalle, nicht bemerkt worden. Aus dem Umstande, dass bei einzelnen Webestühlen die selbstthätige Ausrückvorrichtung infolge zu hoher Geschwindigkeit noch nicht in Wirkung getreten war und bei späteren Versuchen erst bei einer Geschwindigkeit wirksam wurde, die 75 Umdr. der Dampfmaschine entsprach, schloss man, dass die Maschine im Augenblick des Unfalles etwa 73 bis 74 Umdr. gemacht habe. Der Regulator und die Klinkvorrichtungen an den Einlassschiebern waren ohne Fehler und sind bis auf die Lenkstange heil geblieben.

Fig. 178.

Riementrieb der Jackson Refrigerator Co.
Mafsstab 1 : 50.

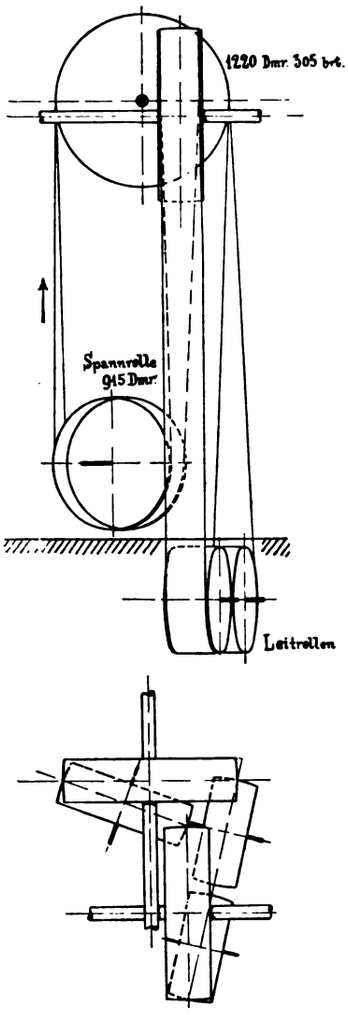


Fig. 179.

Riementrieb in der Steel & Johnson Mfg. Co., Waterbury.
Mafsstab 1 : 50.

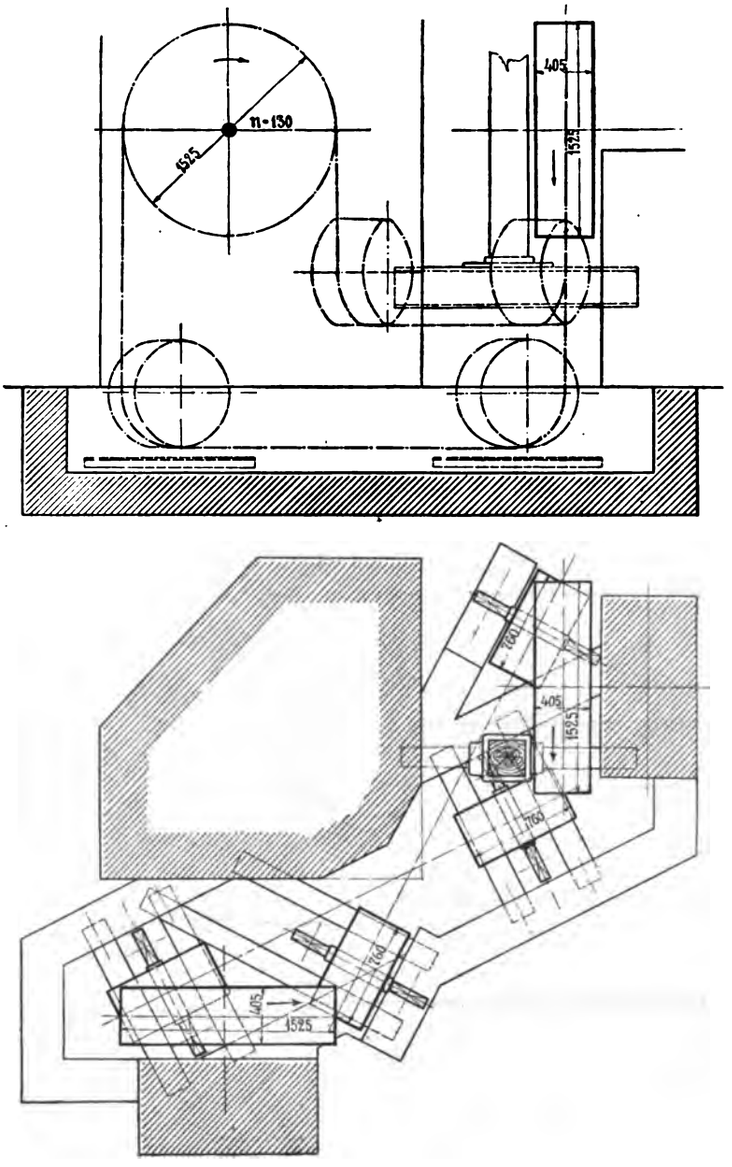


Fig. 180.

Riementrieb in der Anchor-Mühle, Minneapolis.
Mafsstab 1 : 100.

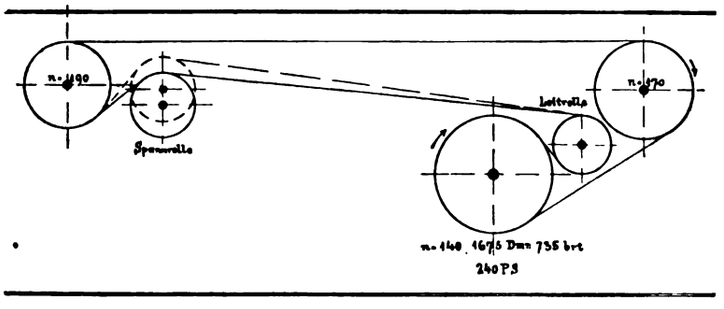


Fig. 181.

Riementrieb in der Anchor-Mühle, Minneapolis. Mafsstab 1 : 100.

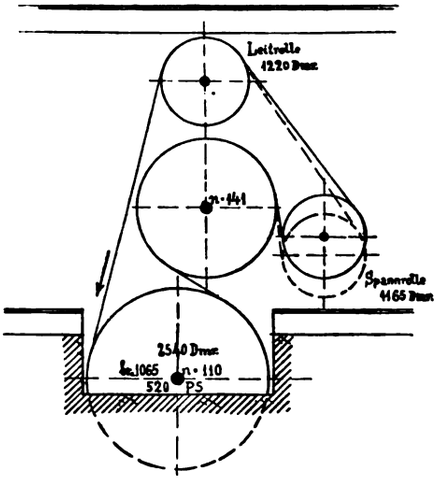


Fig. 182.

Riementrieb in der Washburn-Mühle A, Minneapolis. Mafsstab 1:200.

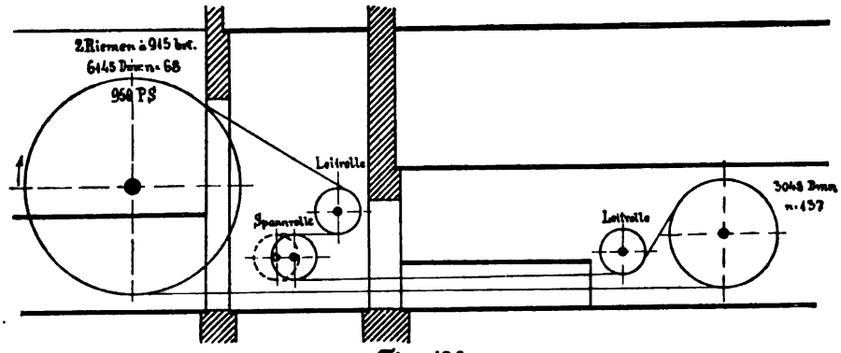


Fig. 183.

Riementrieb der Minneapolis-Strafsenbahn-Co. Mafsstab 1:200.

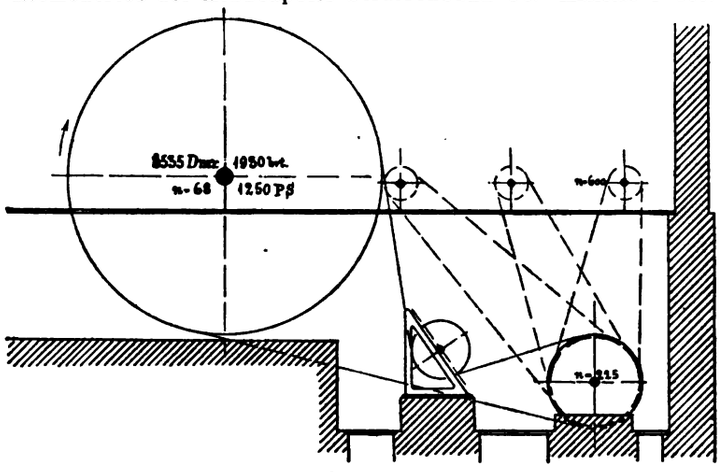


Fig. 184.

Riementrieb der Amoskeag Co., Manchester. Mafsstab 1:400.

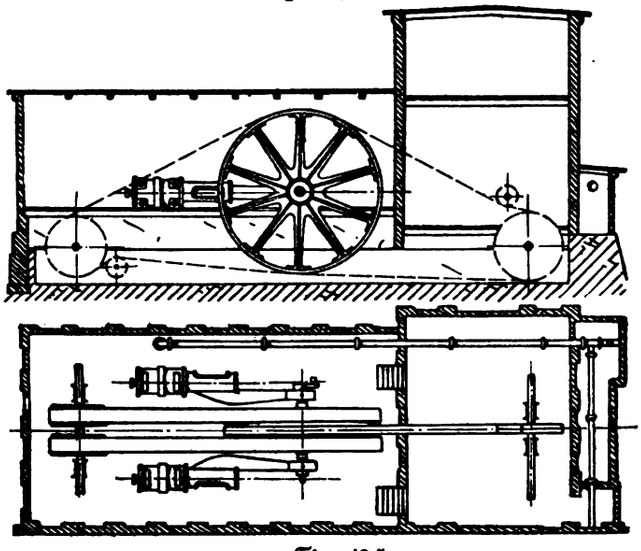
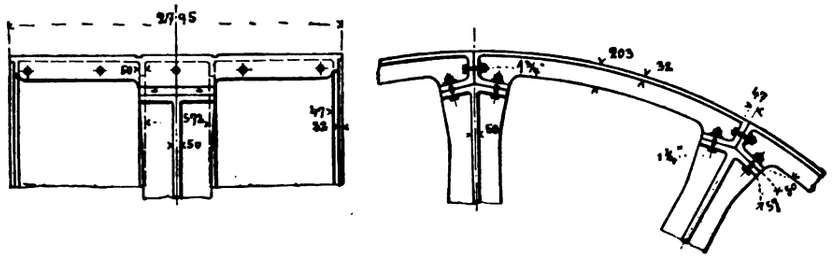


Fig. 185.

Schwungradkranz der Amoskeag Co., Manchester. Mafsstab 1:60.



Als Ursache des Bruches stellte sich stark poröse Beschaffenheit des Gusses in Arm- und Kranzteilen heraus, und zwar an jenen Stellen, wo die beiden durch Schrauben verbunden waren. Rechnerisch waren die Verbindungsschrauben der schwächste Teil der Konstruktion; sie sind jedoch sämtlich unversehrt geblieben. Proben, welche nachher mit dem Material des Kranzes und der Arme angestellt wurden, ergaben, dass die Zugfestigkeit des gesunden Gusseisens 1054 kg/qcm, die des porösen Materiales jedoch nur 70 kg/qcm betrug.

Dieser Unfall, die Unentbehrlichkeit der hohen Geschwindigkeit, und die Möglichkeit, dass bei einem neuen gusseisernen Rade abermals poröse Stellen vorkommen könnten, sind Ursache gewesen, dass man bei der Konstruktion des neuen Rades von Gusseisen überhaupt abgekommen ist und den Kranz des neuen Rades aus — Holz hergestellt hat, Fig. 186. Nabe und Arme sind aus Gusseisen, und es ist bei deren Formengebung besonders darauf Rücksicht genommen, dass alle scharfen Ecken und raschen Querschnittsübergänge vermieden wurden. Die Arme sind, wie Röhren, stehend gegossen und vor der Verwendung durch Bohrungen und Probebelastung einer sorgfältigen Prüfung auf dichten Guss unterzogen. Das Rad besitzt zwei getrennte Armsysteme, und die einzelnen Arme sind so berechnet worden, dass je ein Paar dem gesamten Riemenzug widerstehen kann. Bei jedem Armsystem sind in je 3 den Kurbelzapfen entgegenstehenden Armen Gegengewichte zur Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen in der Höhlung der Arme untergebracht und durch Schrauben, die bis durch die Nabenplatten reichen, befestigt.

Die Naben sind zweiteilig und ihre Schnittfugen um 90° gegen einander versetzt. Auf die abgedrehten Naben sind die Arme so gesetzt, dass je 2 Arme die Teilfuge der Nabe decken. Der Kranz ist aus einzelnen 305 mm breiten, 2370 mm langen und 105 mm bezw. 76 mm dicken Segmenten von sorgfältig getrocknetem, tadellosem Eschenholz gebildet, welche in den Fugen gegen einander versetzt, verleimt, genagelt und mit durchgehenden Schrauben befestigt sind. An jenen Stellen, wo die 63 mm-Befestigungsschrauben für die Arme durch den Holzkranz gehen, sind die Holzstärken 105 mm und die Schraubenköpfe versenkt. Die zwischen den einzelnen Segmenten verbleibenden keilförmigen Schlitze sind nachträglich durch eingeschlagene Hartholzkohle geschlossen und verleimt.

Das neue Rad ist an Ort und Stelle auf der Schwungradwelle zusammengebaut und der Kranz aufsen und innen abgedreht worden. Zwischen den Armen ist die Bearbeitung von Hand bewerkstelligt. Obwohl das gesamte Gewicht des neuen Rades (47000 kg) nicht viel weniger beträgt als das des alten, ist das Kranzgewicht nur nahezu die Hälfte (14300 kg) des früheren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass das vollständig genügt, um einen ruhigen und gleichmäfsigen Gang der Maschine zu erreichen. Da die Umfangsgeschwindigkeit in beiden Fällen dieselbe geblieben ist, ist die Sicherheit wesentlich höher als früher. Um jedoch vollständig sicher zu gehen, ist das neue Rad sorgfältig gespachtelt, mit Oelfarbe gestrichen und dann lackirt worden, worauf man es einer Geschwindigkeit von 76 Min.-Umdr. ausgesetzt hat. Als sich nach diesem Versuch zeigte, dass der Lacküberzug voll-

ständig unversehrt geblieben war und nicht einmal geringe Haarrisse aufwies, hat man das Rad für tauglich erklärt und mit normal 61 Umdr. in Betrieb genommen. Sowohl der Radkranz wie die Riemen sind mit einer aus prachtvoller Holztäfelung gebildeten Verkleidung umgeben, die nur den unteren Teil der Arme frei lässt.

Das Rad hat einschl. Anfertigung der Modelle für Arme und Nabe 7000 $ gekostet, und es würde sich dieser Preis

Fig. 186.

Schwungrad der Amoskeag Co., Manchester. Mafsstab 1 : 50.

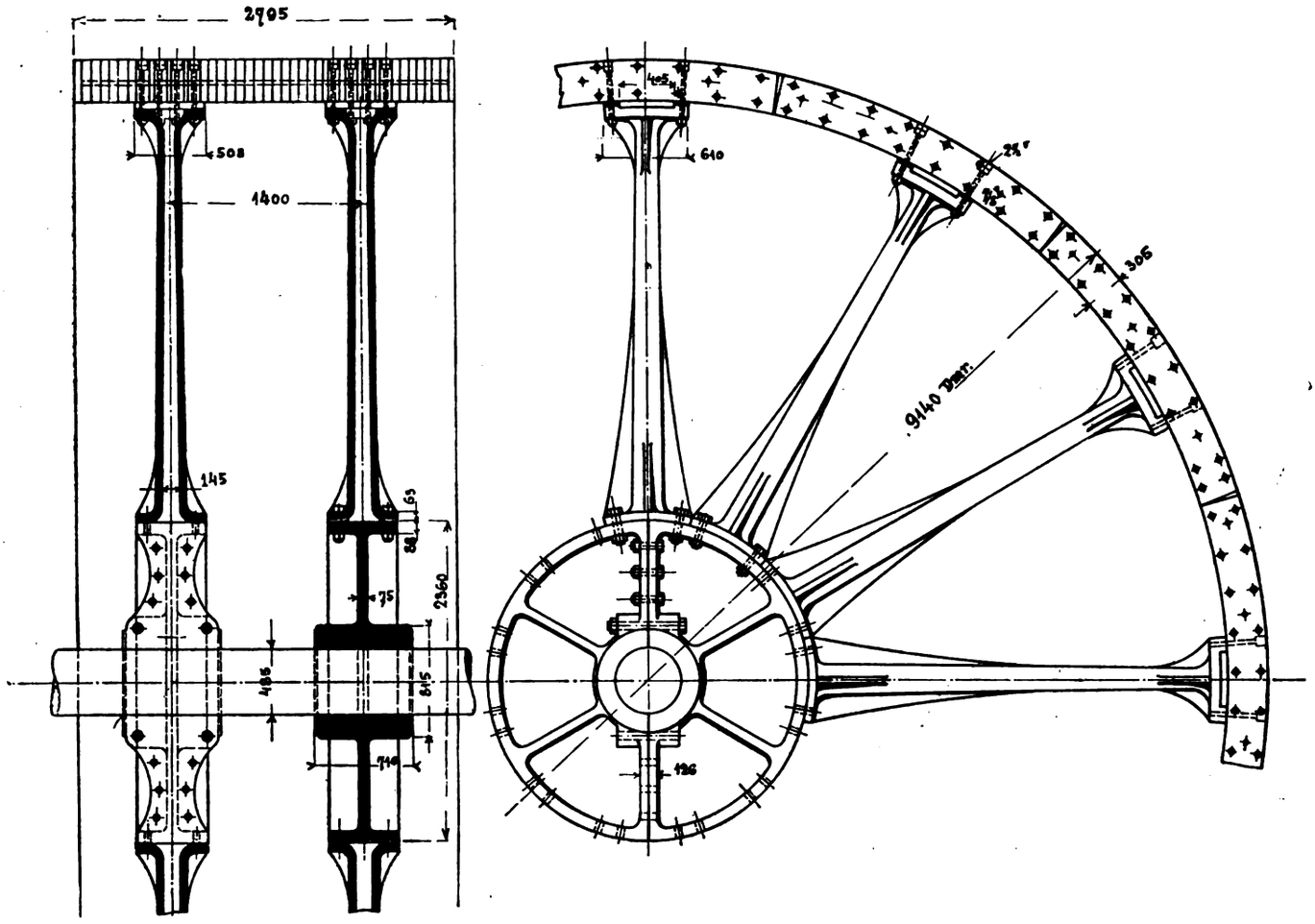


Fig. 187.

Schwungrad der American Wire Co., Cleveland.

Mafsstab 1 : 50.

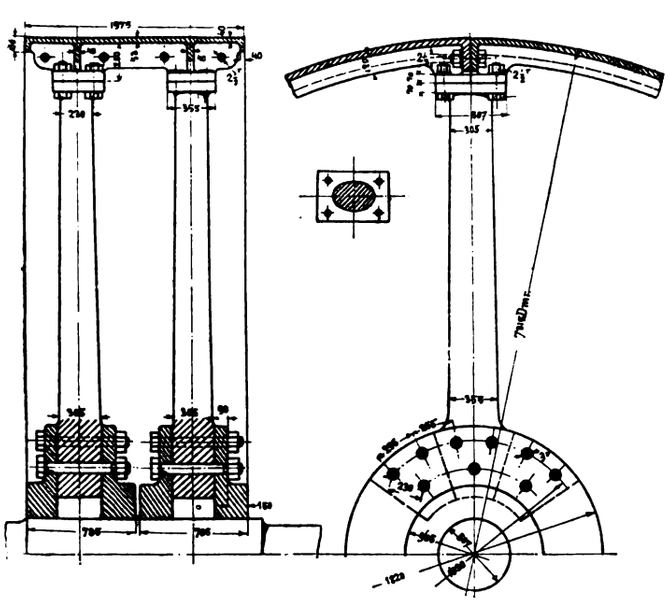
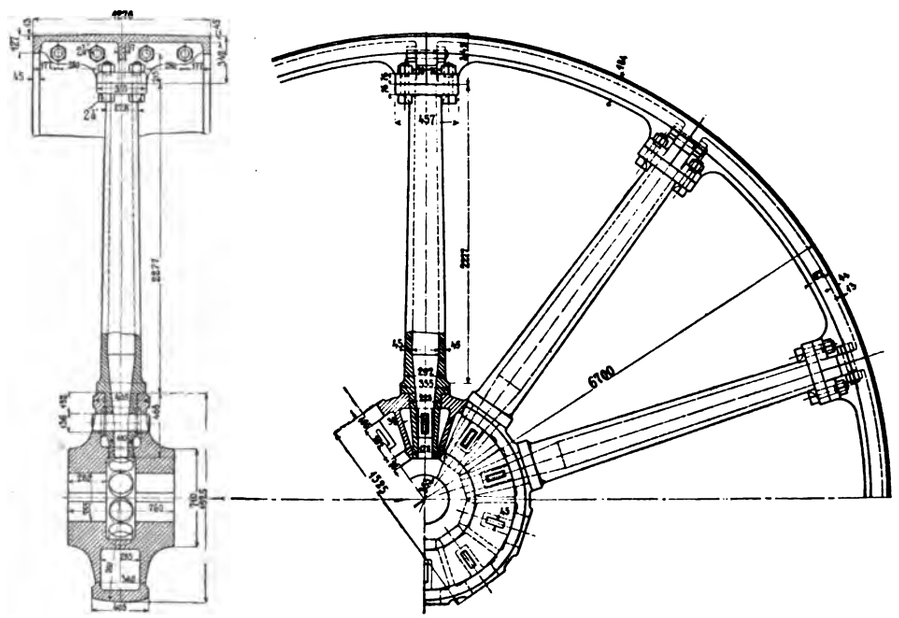


Fig. 188.

Schwungrad der Walker Mfg. Co., Cleveland.

Mafsstab 1 : 50.



bei Anfertigung eines zweiten Rades nach den gemachten Erfahrungen noch erheblich ermäfsigen lassen.

Nachdem man mit dem ersten Rade dieser Konstruktion so gute Erfahrungen gemacht hat, sind später auch die anderen Schwungräder in ähnlicher Weise umgebaut und die Konstruktion auch auf alle übrigen Riemscheiben bis zu 0,9 m Dmr. herab angewendet worden. Für letztere wird das Armkreuz in einem Stück gegossen und der Kranz entsprechend dünner gemacht. Man hofft, mit den auf diese Weise hergestellten Riemscheiben eine Umfangsgeschwindigkeit bis zu 40 m i. d. Sek. gefahrlos erreichen zu können, was bei der vorzüglichen Beschaffenheit des verwendeten Materiales und der sehr sorgfältigen, stets beaufsichtigten Herstellung auch nicht unmöglich erscheint, durch eine gute Schmiedeisenkonstruktion aber auch erreicht werden kann, wie einzelne in Europa vorliegende Konstruktionen schon bewiesen haben.

Nicht minder interessant sind die Anlagen No. 7 und 8

Fig. 189.

Spannrolle der Westend-Strafsenbahn-Co., Boston.

Mafsstab 1 : 50.

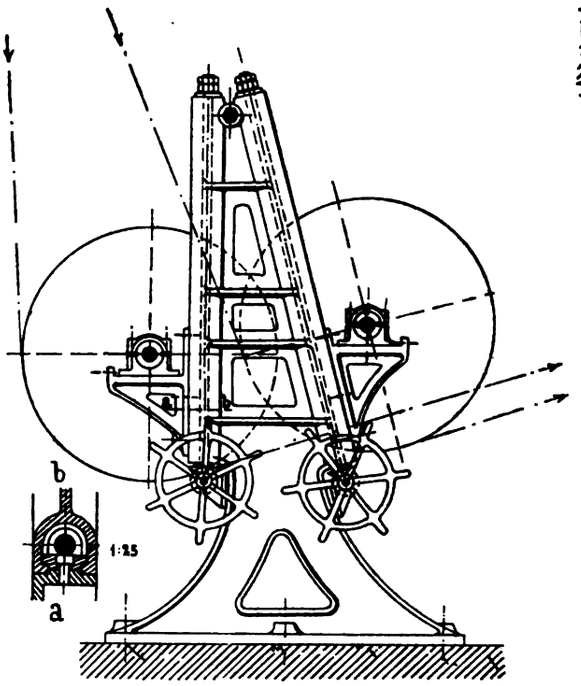
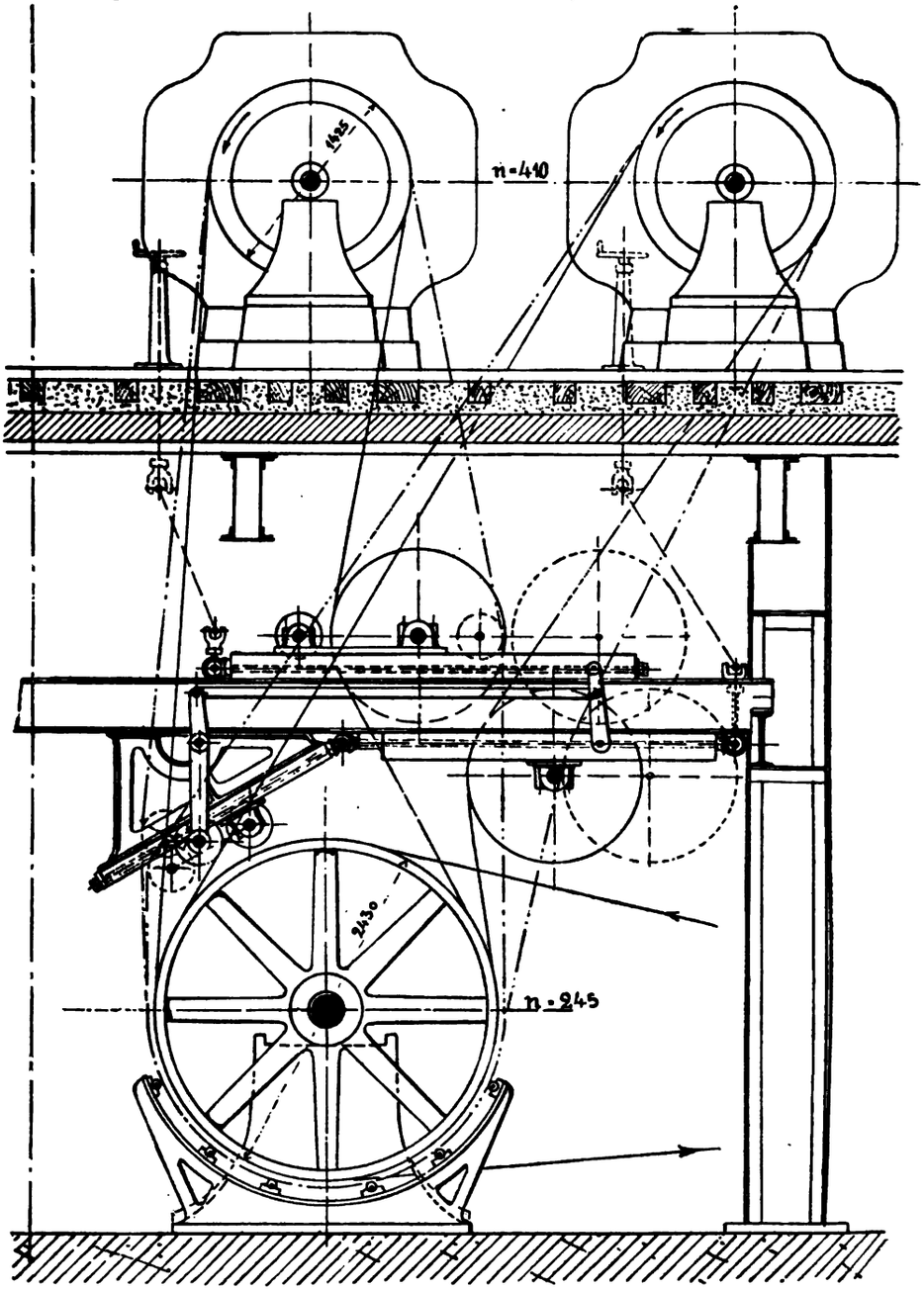


Fig. 190.

Spannrolle der Westend-Strafsenbahn-Co., Boston. Mafsstab 1 : 50.



der American Wire Co. in Cleveland, bei welchen die höchste Riemengeschwindigkeit mit 36,8 m beobachtet wurde.

2 gleich starke und gleich schnell gehende Dampfmaschinen von 1065 mm Cylinderdmr., 1220 mm Hub und je 1500 PS, bei 7 Atm. Ueberdruck und 96 Min.-Umdr. liegen hart neben einander in demselben Raume. Jede treibt eine Drahtwalzenstrecke, und zwar vom Schwungrad der Dampfmaschine aus mittels Riemen und Vorgelege. Die Riemenlängen sind in beiden Fällen nahezu gleich und jedenfalls grofs genug. Während jedoch bei der einen Maschine No. 7 die Kraft mit 2 neben einander liegenden dreifachen Riemen von 1066 mm Breite von einem Schwungrade von 6705 mm Dmr. aus übertragen wird, ist bei der Maschine No. 8 das Schwungrad um 610 mm gröfser, nur 1 Riemen vorhanden, und dieser 1473 mm breit und 18 mm dick. Die beiden Riemen von Maschine No. 7 gehen trotz der sehr wechselnden Beanspruchung, wie sie die Walzenstrecken bedingen, seit

2 Jahren anstandslos und haben zu keinen Klagen Veranlassung gegeben. Der Riemen von Maschine No. 8 ist jedoch kurz nach der Inbetriebsetzung zerrissen, und seitdem ist eine Spannrolle von 1525 mm Dmr. angebracht, welche den umspannten Bogen bei der als »zu klein« angegebenen, getriebenen Scheibe vergrößern und dadurch den Betrieb sichern soll. In Wirklichkeit berührt die Spannrolle den Riemen jedoch nur und trägt zur Vergrößerung des umspannten Bogens nichts bei. Dass die Gegenscheibe von 1370 mm Dmr. für die große Dicke des Riemens von 18 mm zu klein im Durchmesser ist, muss jedenfalls zugegeben werden. Dass aber allein durch Anbringen der Spannrolle in der angeführten Weise das Uebel behoben werden soll, ist kaum zu erwarten. Mit der Anbringung der Spannrolle musste thatsächlich eine ausgiebige Vergrößerung des umspannten Bogens erzielt werden, dann aber auch gleichzeitig eine Verminderung der Riemendicke und der Wölbung der kleinen Scheibe vorgenommen werden, wenn ein halbwegs normaler Betrieb erzielt werden soll.

Der Fall No. 8 zeigt auch, dass gusseiserne Schwungräder selbst bei der ungünstigen Beanspruchung und ungewöhnlich hohen Umfangsgeschwindigkeit von 36,8 m noch halten. Nach den in Manchester gemachten Erfahrungen ist ihre Verwendung allerdings nicht mehr ratsam. Die Konstruktion des Rades ist aus Fig. 187 ersichtlich, und setzt jedenfalls tadelloses Material und gute Ausführung voraus.

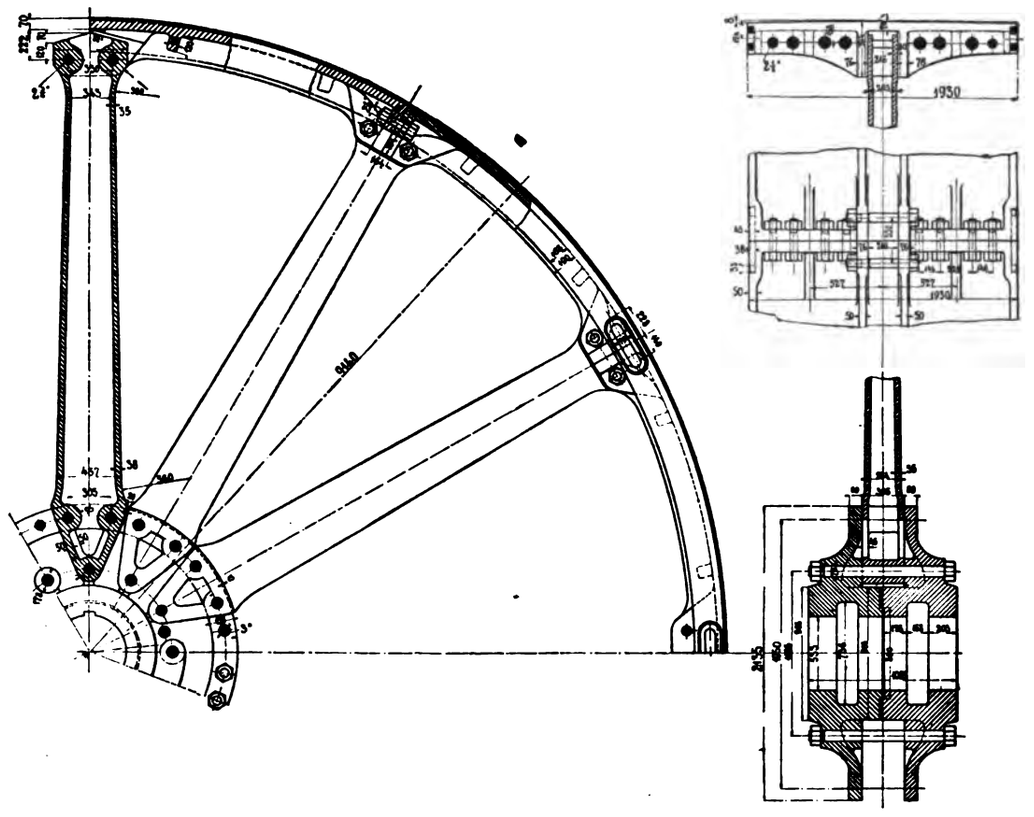
Ein Beispiel über Schwungrad-Riemscheiben mit konisch in die Nabe eingesetzten Armen liefert Fig. 188, welche ein von der Walker Mfg. Co. in Cleveland konstruirtes Rad von 6700 Dmr. für 1220 mm Riemenbreite darstellt. Das Rad besitzt 10 Arme, und die Teilfugen des Kranzes sind in deren Mittellinien in der üblichen Weise angeordnet.

Die bei den Riementrieben verwendeten Spannrollen sind fast ausnahmlos in der Weise konstruirt, dass auf einem

Fig. 191.

Schwungrad der E. P. Allis Co., Milwaukee.

Mafsstab 1 : 50.



starken gusseisernen Gestelle zwei Gleitbahnen hergestellt sind, auf welchen die beiden Lager der Spannrolle mit durchgehenden Schraubenspindeln gleichzeitig verschoben werden können. Zu diesem Zwecke tragen die Schraubenspindeln an einem Ende Winkelräder, in welche die Gegenräder einer gemeinsamen Querwelle eingreifen, die mit kräftigem Handrad versehen ist.

Fig. 189 zeigt die Anordnung der Spannrollen in der Zentralstation der Westend-Strafsenbahn in Boston (No. 16 der Tabelle), wie sie für die beiden Hauptriemen von der Dampfmaschine nach der gemeinsamen Vorgelegewelle hin zur Ausführung gelangt ist. Wie ersichtlich, ist dasselbe Untergestell für die Lagerung der beiden, dicht neben einander liegenden Spannrollen benutzt und dadurch eine sehr gedrängte Anordnung erzielt.

Fig. 190 zeigt die Anordnung der Spannrollen für die Riementriebe von der erwähnten Vorgelegewelle aus zu den Dynamomaschinen in derselben Zentralstation. Beim Losspannen der Riemen werden mit der Spannrolle gleichzeitig kleine Leitrollen von 305 mm Dmr. verschoben, welche den schlaff werdenden Riemen zur Seite drücken und dadurch bewirken, dass der untere Teil des Riemens nahezu senkrecht nach abwärts hängt, sich von der Antriebscheibe loshebt und auf kleine Rollen legt, welche unterhalb der Antriebscheibe im Kreisbogen gelagert sind. Das Aus- und Einrücken der einzelnen Dynamomaschinen kann auf diese Weise nicht nur während des Ganges bewirkt werden, sondern auch von demselben Boden aus, auf welchem die Dynamomaschinen stehen, weil die Bewegung der Schraubenspindeln mittels Winkelräder und Drehgelenke bis dorthin weitergeführt ist.

In der Weltausstellung in Chicago ist mit Ausnahme eines einzigen Falles bei den grofsen Riemenantrieben von der Anwendung von Spannrollen abgesehen, hauptsächlich wohl, weil die Dynamomaschinen selbst verschiebbar sind

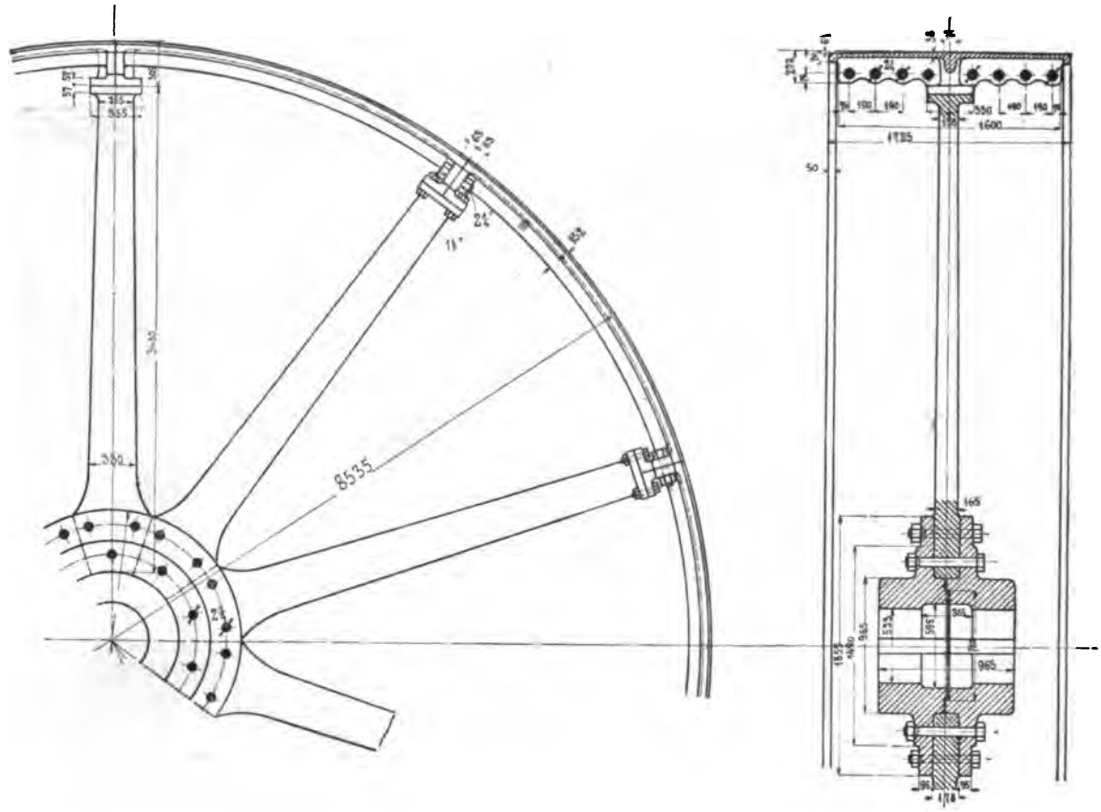
und dadurch den Verlängerungen der Riemen Rechnung getragen werden kann. Sämtliche grofse Maschinen treiben die Dynamos, wenn sie nicht direkt gekuppelt sind, mit Lederriemen, und nur bei einer einzigen englischen Maschine (Galloway) ist ein Seiltrieb gewöhnlicher Art angeordnet.

Die in der Tabelle aufgenommenen Riementriebe sind für die als »nominell« angegebene Zahl der Pferdestärken nachgerechnet und zeigen im allgemeinen etwas geringere Beanspruchungen, als sie in regelmäfsigen Betrieben gefunden worden sind. Die einzelnen Firmen, welche die Riemen geliefert haben und diese gleichzeitig als Ausstellungsgegenstände betrachten, haben ihr Bestes zu leisten gesucht, und der Lauf der Riemen ist auch ein tadellos schöner und ruhiger.

Bei sämtlichen 1000 PS-Westinghouse-Dynamos, die mit 200 Min.-Umdr. laufen und nicht unmittelbar gekuppelt sind, erfolgt der Antrieb mit Lederriemen von dreifacher Lage und 1,83 m Breite. Die grofse 2000 PS-Maschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee treibt 2 solcher Dynamos von demselben Schwungrade aus mit zwei über einander liegenden Riemen. Die Konstruktion der mächtigen Schwungscheibe von 9,14 m Dmr. ist in Fig. 191 dargestellt. Das Rad hat 12 hohle Arme von 35 mm Wandstärke und elliptischem Querschnitt, welche an der Nabe in der bekannten Weise zwischen zwei Nabenplatten festgehalten und am Kranze in durch Rippen gebildete Taschen eingelegt sind. Sämtliche Befestigungsschrauben sind auf Abscherung beansprucht.

Fig. 192.

Schwungrolle von Fraser & Chalmers, Chicago.
Mafsstab 1 : 50.



Der an den Rändern nach innen umgebogene Kranz besteht gleichfalls aus 12 Segmenten, deren Teilfuge in die Mittellinie der Arme gelegt ist. Aufser den Befestigungsschrauben sind beiderseits im Kranze Schrumpfringe zum Zusammenhalten der Kranzsegmente eingelegt.

Die Konstruktion des Riemenschwungrades der 1000 PS-Maschine von Fraser & Chalmers in Chicago ist in Fig. 192 dargestellt. Es ist etwas kleiner im Durchmesser als das vorhin beschriebene und besitzt 10 voll gegossene Arme von elliptischem Querschnitt. Die Arme sind an der Nabe ebenfalls zwischen 2 Nabenscheiben befestigt, während die Arme am äufseren Ende flanschförmig ausgebildet und so mit dem Kranze verbunden sind, dass die Schrauben auf Zug beansprucht werden. Der sehr dünn gehaltene Kranz besteht aus 10 Segmenten mit Teilfuge in den Armmitteln. Schrumpfringe sind nicht angewendet.

Die auf der Achse der Dynamomaschine sitzende Gegenscheibe dieses Schwungrades ist in Fig. 193 dargestellt. Sie ist mit doppeltem Armsystem von flach elliptischem Querschnitt ausgestattet und in einem Stück gegossen. Die Nabe ist zur Entfernung der Gussspannungen gesprengt und durch beiderseits aufgezogene schmiedeiserne Ringe zusammengehalten. Die Scheibe macht einen aufserordentlich schlanken gefälligen Eindruck und ist in Guss und Ausführung tadellos.

Die Schwungscheiben der sämtlichen übrigen gröfseren Maschinen sind wie gewöhnliche Riemscheiben geteilt, die Arme mit Nabe und Kranz zusammengegossen, und zeigen wenig Bemerkenswertes.

In grofser Ausdehnung wird in Amerika von hölzernen Riemscheiben Gebrauch gemacht. Eine der ersten von der Dodge Mfg. Co. in Chicago eingeführten Konstruktionen ist durch ausgiebige Reklame auch schon in Europa zur genüge bekannt geworden. Der Merkwürdigkeit wegen seien hier noch 2 Konstruktionen angeführt, welche sich durch die Gröfse der ausgestellten Gegenstände bemerkbar machen.

Die in Fig. 194 dargestellte Riemscheibe rührt von der Reeves Pulley Co. in Columbus, Ind., her und ist durchweg aus 22 mm dicken Brettchen sehr kunstvoll zusammengebaut. Jeder der 4 durchgeteilten Hauptarme ist aus 25 Brettchen gebildet, zwischen welche die Brettchen der

Nebenarme eingreifen, verleimt und mit Holznägeln befestigt sind. Der Kranz ist ähnlich wie bei dem früher beschriebenen Schwungrade der Amoskeag Co. aus Segmenten hergestellt, verleimt und mit Holznägeln befestigt. Das verwendete Holz und die Arbeit sind ohne Fehler. — Kleinere Riemscheiben derselben Konstruktion sind mit 4, die kleinsten nur mit 2 Armen ausgeführt.

Bei den von der South Bend Pulley Co., South Bend, Ind., zur Ausstellung gebrachten Riemscheiben, von welchen die gröfste in Fig. 195 dargestellt ist, bestehen

Fig. 193.

Gegenscheibe von Fraser & Chalmers, Chicago. Mafsstab 1 : 50.

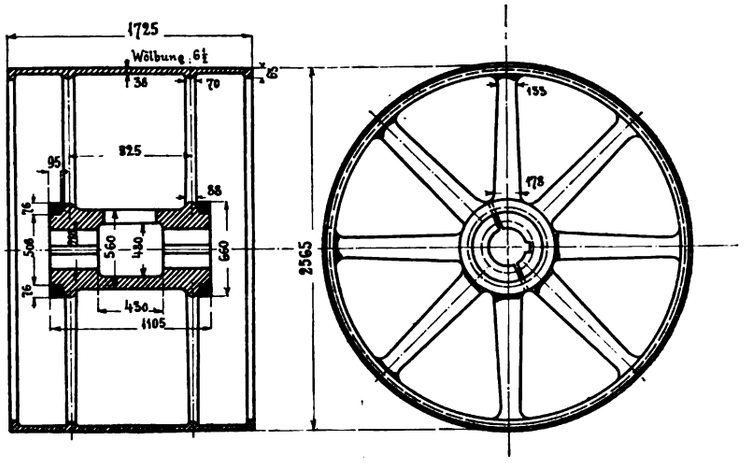
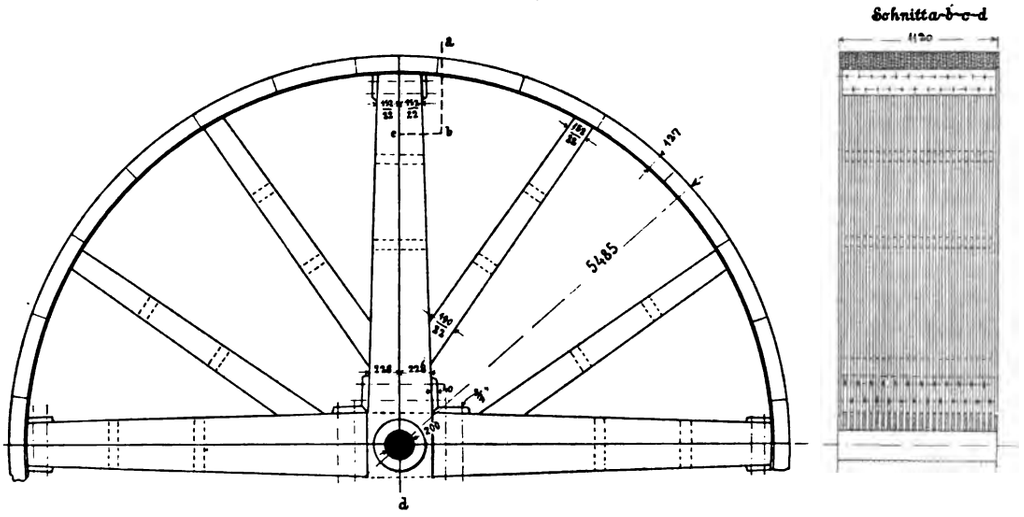


Fig. 194.

Holz-Riemscheibe der Reeves Pulley Co., Columbus. Mafsstab 1 : 50.



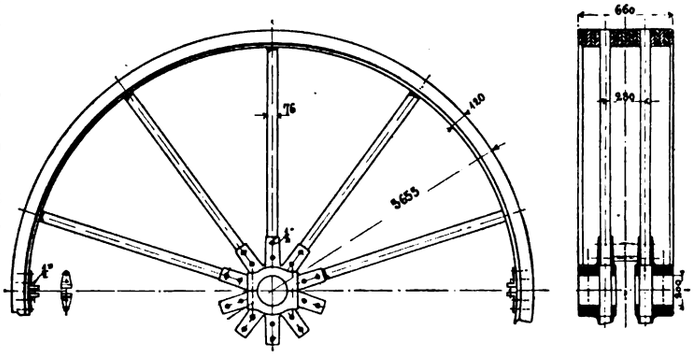
die Arme aus runden Holzstäben, welche im Holzkranz verleimt und verkeilt, an der Nabe zwischen 2 gusseisernen schalenförmigen Platten zusammengepresst und mit durchgehenden Schrauben gehalten sind. Die schwächliche Konstruktion der Nabe, die dünnen Wandstärken und Schräubchen und die höchst mangelhafte Befestigung der beiden Kranzhälften am inneren Umfange des Rades legen die Vermutung nahe, dass dieses Rad eher von einem Wagenbauer und nicht einem Maschinenbauer konstruirt worden sei. Für kleine leichte Riemscheiben und Uebertragung geringer Kräfte mag die Konstruktion allenfalls ausreichen.

Heutzutage, wo man gusseiserne Riemscheiben nicht mehr nach dem Gewicht liefert, sondern zu Stückpreisen, und mit geringsten Arm- und Kranzstärken spannungslos herzustellen gelernt hat, muss die Berechtigung solcher Holzkonstruktionen, für europäische Verhältnisse mindestens, angezweifelt und könnte als Grund dafür höchstens die vermehrte Reibung zwischen Riemen und Scheibe angeführt werden. In Amerika, wo man über ausgezeichnete Hölzer verfügt und eine gewisse Vorliebe für alles Neue auch dann besitzt, wenn es nicht gerade das Beste ist, mögen die Verhältnisse vielleicht anders liegen.

Ueber die bei den geschilderten Riementrieben verwen-

Fig. 195.

Holz-Riemscheibe der South Bend Pulley Co., South Bend.
Mafsstab 1 : 50.



deten Riemen ist anfangs schon gesprochen worden. Es mag noch hinzugefügt werden, dass die Berechnung der Riemen in den meisten Fällen, wenn auch nach ähnlichen Grundsätzen, so doch nicht mit der in Europa geübten Sorgfalt

geschieht [1]). Die Beanspruchung durch die Zentrifugalkraft und durch die Wölbung der Scheiben wird selten berücksichtigt. Die hohen Werte in der Tabelle zeigen, dass man nicht nur in der Geschwindigkeit, sondern auch in der Beanspruchung wesentlich höher geht als in Europa und bei doppelten Riemen, welche in der gröfsten Zahl verwendet werden, für 1 qcm Querschnitt 40 kg als zulässig betrachtet. Dreifache Riemen werden im allgemeinen geringer beansprucht, im mittel mit 27 kg für 1 qcm Querschnitt. Der Grund ist in der durch die gröfsere Dicke bedingten vermehrten inneren Verschiebung und darin zu suchen, dass man bei der Herstellung dieser Riemen genötigt ist, einmal Haar- und Fleischseite zusammen zu leimen, was viel schwieriger ist, als die Verbindung der beiden Fleischseiten allein bei Doppelriemen.

Ausgeführt und in der Ausstellung zu sehen sind Lederriemen bis zu 2600 mm Breite und 60 m Länge (Page Belting Co., Concord, N. H.). Die in der Tabelle vorgeführten Riementriebe bilden also noch lange nicht die obere Grenze des Möglichen. Die Preise der Riemen schwanken sehr, da Leder ein Börsenartikel ist. Die in den Katalogen angeführten Preise stimmen bei den einzelnen Firmen fast genau überein, es wird jedoch auf diese Preise ein Rabatt bewilligt, der unter Umständen bis 60 pCt beträgt und für einfache, doppelte und dreifache Riemen verschieden ist. Im allgemeinen wird für doppelte Riemen der doppelte Preis, für dreifache Riemen der dreifache Preis gefordert. Hierunter sind für einige Breiten die Katalogpreise für 1 m Länge angeführt:

Breite		einfache Riemen	doppelte Riemen
Zoll	mm	ℳ	ℳ
10	254	18	36
20	507	40	80
30	761	65	130
40	1015	90	180
50	1270	115	230
60	1525	140	280

In neuerer Zeit werden zum Betriebe der Dynamomaschinen vielfach Gliederriemen verwendet und hauptsächlich bei kurzen Entfernungen und kleinen Scheibendurchmessern bevorzugt. Die in der Ausstellung verwendeten Riemen dieser Art liefen sehr schön gerade und durchaus lautlos; doch scheinen sich, wenigstens bei neuen Riemen, in kurzer Zeit Verlängerungen einzustellen, welche ein öfteres Kürzen des Riemens nötig machen, das allerdings leicht bewerkstelligt werden kann. Die beobachteten Geschwindigkeiten nähern sich den in der Tabelle enthaltenen Werten, ohne sie zu erreichen; über die Höhe der Beanspruchung konnten zuverlässige Angaben nicht gewonnen werden.

E. Reichel.

[1]) Z. 1893 S. 15.

Amerikanische Pumpwerke.

Die Entwicklung der Pumpmaschinen in Amerika lässt sich kurz kaum angeben, da die Mannigfaltigkeit eine zu grofse ist. Nur zur Kennzeichnung des Wesentlichsten und der Entwicklung bis etwa Anfang der 80er Jahre mögen die nachfolgenden kurzen Bemerkungen dienen.

Die ältesten gröfseren Wasserwerksmaschinen wurden von Roosevelt gebaut und 1801 und 1808 in Philadelphia aufgestellt. Die Maschine im Central Square (32″ = 813 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub) hob das Wasser 16 m hoch in einen Behälter unter Dach. Die zweite Philadelphiaer Maschine wurde am Schuylkill-Fluss aufgestellt (Dampfcylinder: 40″ = 1016 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub, Pumpen: 17½″ = 444 mm Dmr., Druckhöhe rd. 17 m). Beide waren Balanzier-Schwungradmaschinen. Die Unterstützungen der Lager, Hilfspumpen und Wasserbehälter waren aus Holz hergestellt. Die Betriebsgeschwindigkeit betrug 16 Min.-Umdr., die Tagesleistung der Schuylkill-Maschine war 1470000 Gallonen = 5560 cbm[1]) in 24 Stunden bei einer Dampfspannung von 2½ bis 4 Pfd. (0,18 bis 0,28 kg/qcm). Weiter war zu Anfang dieses Jahrhunderts eine gröfsere Wasserwerksmaschine in New York und eine in Boston in Betrieb. Ihre Bauart ist im wesentlichen gekennzeichnet durch die primitive Aufstellung, die den ältesten englischen Balanziermaschinen nachgebildet und nur in ihren Einzelheiten mehr den in Amerika typisch gewordenen Eincylinder-Schiffsmaschinen ähnlich war. Die unvollkommenen Mittel in der Herstellung damaliger Zeit veranlassten diese Bauart und insbesondere die Zusammensetzung aller schweren Maschinenteile aus vielen Stücken.

Seit 1822 wurde in der Pumpstation Fairmount Park in Philadelphia die Wasserkraft des Schuylkill-Flusses benutzt. Die Anlage bestand zunächst aus einem Wasserrade von 15′ = 4,6 m Dmr. und 15′ = 4,6 m Breite, eine Pumpe von 16″ = 405 mm Dmr., 4½′ = 1,4 m Hub antreibend; später, 1830, wurden zwei weitere Wasserräder von 16′ = 4,9 m Dmr. und 15′ = 4,6 m Breite, jedes eine Pumpe von 16″ = 406 mm Dmr. und 5′ = 1,5 m Hub antreibend, hinzugefügt.

Die erste Turbine dieses Wasserwerks wurde 1851 in Betrieb gesetzt; sie hatte 7′ = 2,1 m Dmr.; die von ihr betriebenen Pumpen hatten 16″ = 406 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub.

Gegenwärtig werden dort 13 Pumpen durch 7 Turbinen angetrieben. Je eine Turbine treibt 2 Pumpen von 18″ = 457 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub, entsprechend einer Lieferung von 4½ Mill. Gallonen; die tägliche Gesamtleistung der Turbinen beträgt 33½ Mill. Gall. = 12860 cbm.

Seit der Einführung der ersten gröfseren Pumpmaschinen in Philadelphia machte der Bau grofser Wasserwerksmaschinen in Amerika bedeutende und rasche Fortschritte. Schon 1884 waren über 500 gröfsere Wasserwerksmaschinen mit zusammen 2250 Mill. Gall. täglichem Lieferungsvermögen in Betrieb.

[1]) 1 U. S.-Gallone = 3,78 ltr.

Für die Entwicklung des Pumpmaschinenwesens in Amerika wurden u. a. von Bedeutung die Maschinen in Montreal, Hamilton und Torento in Canada, von Boston, Lowell, Lyon, Lawrence, Providence, Pawtucket, Brooklyn, Buffalo, Saratoga, Jersey City, Philadelphia, Pittsburg, Cincinnati, Cleveland, Louisville, St. Louis, Chicago und Detroit. Diese Wasserwerke enthalten eine bunte Reihe guter und schlechter Pumpmaschinen.

Die Wasserversorgung hat in den meisten Städten einen sehr grofsen Umfang angenommen; einige Städte, wie Chicago und St. Louis, hatten schon Ende der 70er Jahre eine für die damalige Gröfse dieser Städte sehr ausgedehnte Wasserversorgung. Aber gerade diese ausgedehnten Wasserwerksanlagen besitzen eine wahre Museumssammlung verschiedener Pumpmaschinen.

Die ziemlich regellose Entwicklung des Maschinenwesens lässt sich am besten an solchen Städten studiren; die Mehrzahl der Anlagen bietet nichts besonderes dar. Mit geringen Ausnahmen ist überall die wenig planmäfsige Entwicklung und aufserordentlich verschiedenartige Maschinenbauart innerhalb der äufsersten Extreme zu verfolgen.

Die älteren Maschinen der Wasserwerke in Chicago sind sämtlich Balanzier- und Schwungradmaschinen, im nördlichen Wasserwerk mit einfachen Cylindern, im westlichen Verbundmaschinen. Die erste Wasserwerksmaschine wurde in Chicago 1853 aufgestellt; Leistungsfähigkeit von 7½ Mill. Gallonen, Dampfcylinder: 44″ = 1118 mm Dmr., 9′ = 2,7 m Hub, Druckpumpen: 34″ = 864 mm Dmr., 5½′ = 1,6 m Hub. Die zweite Maschine, 1857 errichtet, leistete 13 Mill. Gallonen; die dritte von 1867, eine Zwillingsmaschine, 18 Mill. Gallonen; die vierte, 1872 errichtet, 43 Mill. Gallonen.

Die Steuerung der Dampfcylinder erfolgt durch entlastete Doppelsitzventile. Die Pumpenventile, aus Metall ausgeführt, sind gleichfalls Doppelventile. Der obenliegende gusseiserne Balanzier ist etwa 9 m lang, 20 t schwer, das Schwungrad hat 7,9 m Dmr. und ein Gewicht von 40 t. Diese Angaben charakterisiren die Bauart nach englischen Vorbildern. Die Kosten einer solchen Maschine einschl. 3 Dampfkessel betrugen durchschnittlich 188000 $.

1876 wurden in Chicago im westlichen Wasserwerk 4 Verbund-Balanziermaschinen von 48″ = 1219 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub der Hochdruck-, 76″ = 1930 mm Dmr., 10′ = 3 m Hub der Niederdruckcylinder, beide Cylinder mit Corliss-Steuerung versehen, mit obenliegendem Balanzier nach englischer Bauart ausgeführt, mit Pumpen von 51″ = 1295 mm und 36″ = 914 mm Dmr., 10′ = 3 m Hub. Die Maschinen sind paarweise aufgestellt und können mit dem gemeinsamen Schwungrad gekuppelt werden. Die Balanziers sind aus schmiedeisernen Platten zusammengesetzt (11 m lang, 2,1 m hoch, 63 mm dick und 30 t schwer).

Die Kosten der Maschinen betrugen einschl. 6 Dampfkessel 243500 $.

Das zweite Paar solcher Maschinen wurde 1884 in Betrieb gesetzt. Die Gesamtkosten der Maschinen samt Kesseln betrugen 257500 $.

Ueber die neuen Pumpwerke mehrerer Städte werde ich später ausführlich berichten. Nächst Chicago besafs Anfang der 80er Jahre St. Louis die gröfsten Wasserwerke. Ihre Gesamtleistung war sogar bedeutender als die der Chicagoer Werke, ist aber seither weit überflügelt. Für das Hochdruckgebiet sind 3 eincylindrige Balanzier-Schwungradmaschinen mit einer Leistung von 16 Mill. Gallonen vorhanden, und 2 Verbund-Balanzier-Schwungradmaschinen von 24 Mill. Gallonen, für das Niederdruckgebiet 2 direktwirkende Cornwall-Maschinen und 2 Balanzier-Schwungradmaschinen ungewöhnlicher Bauart.

Die Betriebs- und Reparaturkosten infolge von Brüchen waren bei den St. Louis-Wasserwerken ungewöhnlich hoch, bei den einfachwirkenden Cornwall-Maschinen hingegen sind noch keine Störungen vorgekommen; wenn diese älteste und unvollkommenste Maschinensorte die zuverlässigste war, so kann daraus auf die geringe Zuverlässigkeit der Bauart der übrigen Maschinen geschlossen werden. In neuester Zeit ist flussaufwärts ein neues Wasserwerk von etwa gleicher Leistungsfähigkeit angelegt, welches von dort aus das Niederdruckgebiet versorgt, und vor der Stadt soll ein neues Hochdruckpumpwerk für die Versorgung der hochgelegenen Stadtteile und zugleich eine grofse Filterstation angelegt werden.

In Milwaukee wurde eine stehende Verbund-Corliss-Maschine mit obenliegendem Balanzier 1874 aufgestellt, die 16 Mill. Gallonen leistet; eine zweite Maschine für 12 Mill. Gallonen wurde 1881 hinzugefügt (24″ = 610 mm, 60″ = 1524 mm Dmr., 5′ = 1,5 m Hub der Dampfcylinder, 41″ = 1041 mm, 30″ = 762 mm Dmr., 5′ = 1,5 m Hub der Pumpen).

In Detroit wurden 1880 2 Verbund-Balanzier-Schwungradmaschinen von 42″ = 1067 mm, 84″ = 2134 mm Dmr., 6′ = 1,8 m Hub aufgestellt. Beide Cylinder arbeiten direkt auf 2 unterhalb liegende doppeltwirkende Pumpen von 40¼″ = 1022 mm Dmr., 6″ = 1,8 m Hub. Auf der Hochdruckseite ist das Balanzierende verlängert und treibt das Schwungrad.

Ueber die Entwicklung der Worthington-Pumpen folgen Angaben weiter unten.

Aehnlich wie in St. Louis sind die Wasserwerke in Cincinnati ein wahres Museum merkwürdiger Pumpmaschinen. Bekannt sind die grofsen Shields-Maschinen mit Dampfcylindern von 100″ = 2540 mm Dmr. und 12′ = 3,6 m Hub.

Pittsburgh besitzt ungewöhnlich schwere Pumpmaschinen horizontaler Bauart mit senkrechten Plungern, die von der Kurbelwelle angetrieben werden. Die Uebersetzung auf die Pumpenkolben erfolgt mit wechselnder Geschwindigkeit, ähnlich den schwingenden Corliss-Scheiben, sodass der Hubwechsel mit geringer Geschwindigkeit vor sich geht. Die Pumpenplunger sind so stark belastet, dass die Druckarbeit ohne Mitwirkung der Dampfarbeit erfolgt; letztere wird zur Hebung der Pumpengewichte verwandt. Es sind 2 einfache Maschinen mit Dampfcylindern von 62″ = 1575 mm Dmr. und 14′ = 4,3 m Hub vorhanden. Aufserdem sind 2 Tandem-Verbundmaschinen mit Hochdruckcylindern von 62″ = 1575 mm, Niederdruckcylindern von 106″ = 2692 mm Dmr., 14′ = 4,3 m Hub vor 5 Jahren aufgestellt worden. Jede Maschine treibt Pumpenplunger von 40″ = 1016 mm Dmr., 11′ 3″ = 3,4 m Hub. Die Druckhöhe beträgt 350′ = 107 m, die Dampfspannung 120 Pfd. = 8,4 kg/qcm. Jedes Maschinenpaar hat ein gemeinsames Schwungrad von 33′ = 10 m Dmr. und 100 t Gewicht. Die Maschinenkurbeln waren anfangs unter rechtem Winkel gegen einander versetzt, wurden jedoch später um 180° umgesetzt, um bessere Pumpenwirkung zu erzielen. Ursprünglich waren grofse einsitzige Pumpenventile verwendet, welche zu endlosen Reparaturen Anlass gaben. Die Verbundmaschinen wurden später in Eincylindermaschinen umgeändert. Die Kosten dieser 2 Maschinen betrugen 1250000 $ ausschliefslich Fundamente. Dies ist, selbst abgesehen von den Reparaturkosten, im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit wahrscheinlich das kostspieligste Pumpwerk, welches überhaupt besteht.

Philadelphia hat bis Ende der 80er Jahre zu seinen mit Wasserkraft betriebenen Pumpmaschinen Dampfbetrieb für eine Gesamtleistung von 125 Millionen Gallonen hinzugefügt. Diese Dampfpumpen sind auf 5 Stationen verteilt, und zwar sind 9 Worthington-Duplexmaschinen mit zusammen 78 Millionen Gallonen, eine Verbund-Balanziermaschine, 2 stehende Verbundmaschinen mit drei liegenden Cylindern und eine horizontale Zwillingsmaschine vorhanden.

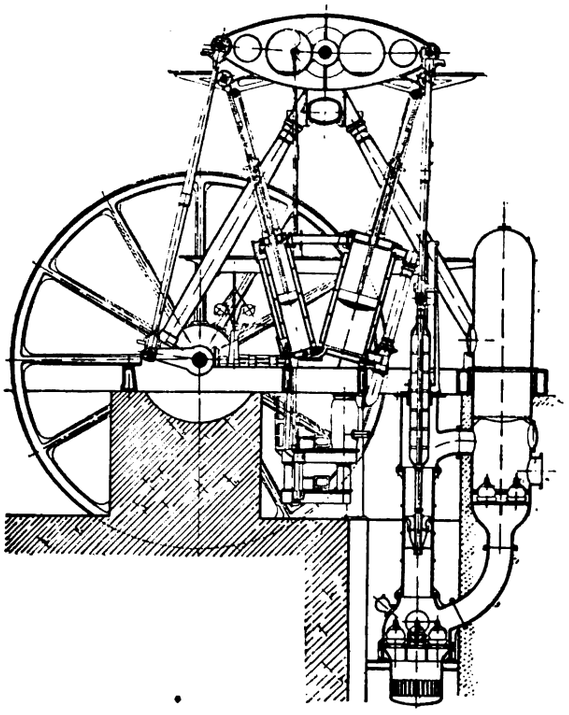
In Brooklyn wurde die erste Pumpmaschine als direkt wirkende Maschine von Wright in Hartfort gebaut und 1857 in Betrieb gesetzt. 1869 wurde eine Eincylinder-Schwungradmaschine, später 2 Balanzier-Schwungradmaschinen mit einfachem Cylinder von 85″ = 2159 mm Dmr. und 10′ = 3 m Hub für 15 Millionen Gallonen Leistung und aufserdem, 1880, eine Duplexpumpe von Davidson hinzugefügt.

In Lowell wurde 1873 eine Morris-Maschine in Betrieb gesetzt, welche eine für die damalige Zeit bedeutende Leistung erzielte. Es ist eine Balanziermaschine (36″ = 914 mm zu 62″ = 1575 mm und 70″ = 1778 mm zu 36″ = 914 mm) mit Schwungrad; der Balanzier wird durch den Windkessel unterstützt. Die Druckpumpen (26″ = 660 mm Dmr. und 6′ = 1,8 m Hub), auf der Kurbelseite des Balanziers angeordnet, leisten 5 Millionen Gallonen. Die Leistung der Maschine bei reiner Pumpenarbeit war 89,7 Millionen Fufspfund und 78,3 Millionen Fufspfund für den Gesamtbetrieb, auf 100 Pfd. Dampf bezogen.

Lynn und Lawrence haben Verbundbalanziermaschinen von gleichfalls hoher Leistung, die für ihre Zeit bahnbrechend gewesen sind und, abweichend von den alten englischen Vorbildern, zu richtiger Bauart der Balanzier-Pumpmaschine

Fig 196.

Wasserwerk Lawrence, Leavitt-Maschine.
Mafsstab 1 : 175.



geführt haben. Die Maschinen sind von E. D. Leavitt entworfen. Die Dampfcylinder sind unter dem Mittel des Balanziers gelagert und geneigt aufgestellt, nämlich aufwärtsgerichtet, sodass der Schnittpunkt der Kräfte unterhalb der Balanziermitte liegt, siehe Fig. 196. Das Balanzierende der Niederdruckseite ist mit der Pumpe, das Hochdruckende mit

der Kurbel verbunden. Die Kolben haben daher gegenseitige Bewegung und ergeben kurze Dampfwege für die Ueberströmung, 18″ = 457 mm und 38″ = 965 mm Dmr., 8′ = 2,4 m Hub der Dampfcylinder, 26″ = 660 mm Dmr., 8′ = 2,4 m Hub der Pumpen. Die Leistung ist 2 Millionen Gallonen bei 16 Min.-Umdr.

Im Jahre 1883 betrug die Leistung für die Pumpenarbeit 99,5 Millionen, für den Gesamtbetrieb 97,5 Millionen Fufspfund.

In Providence und Pawtucket wurden 1878 Pumpmaschinen von Corliss aufgestellt, welche gleichfalls auf die Entwicklung der Pumpmaschinen Einfluss geübt haben; sie zählen zu den hervorragendsten und eigenartigsten amerikanischen Konstruktionen und haben den Namen ihres bahnbrechenden Konstrukteurs auch auf dem Pumpengebiete bekannt gemacht. Die Abmessungen sind: 15″ = 381 mm und 30″ = 762 mm Dmr., 30″ = 762 mm Hub.

Die Dampfcylinder liegen neben einander und sind direkt mit dem Pumpenkolben von 10½″ = 267 mm Dmr. gekuppelt. Die Uebertragung auf das Schwungrad erfolgt durch Zwischenhebel, bei oben liegender Kurbel und oben liegendem Schwungrad. Die Pumpen sind mit den bekannten federbelasteten Corliss-Ventilen versehen. Die Druckhöhe beträgt 262′ = 80 m, die Leitung betrug 104,9 Millionen Fufspfund, für die Pumpenarbeit allein 108,7 Millionen Fufspfund. Die gröfste bei Versuchen erzielte Leistung betrug 121 Millionen Fufspfund, bei Abzug des Heizverbrauches und bei einer durchschnittlichen Umdrehungszahl von 45 i. d. Min.

In Providence hat Corliss 1881 aufserdem 2 Verbund-Balanziermaschinen für 9 Millionen Gall. Lieferung mit 100 Mill. Fufspfund Leistung aufgestellt (Abmessungen: 18″ = 457 mm, 36″ = 914 mm, 6′ = 1,8 m). Jeder Cylinder betreibt zwei einfachwirkende Plungerpumpen von 19″ = 483 mm Dmr., 36″ = 854 mm Hub. Die Druckhöhe beträgt 177′ = 914 m, die Leistung 106 Millionen Fufspfund. Diese Leistung ist ungewöhnlich und auf die vorzügliche Konstruktion und Ausführung der Maschine, insbesondere der Dampfmaschine, aber auch auf die verhältnismäfsig grofse Druckhöhe zurückzuführen, infolge deren die Nebenwiderstände geringer sind. In der Verwendung von Hochdruckdampf und starker Expansion war diese Maschine bahnbrechend für Amerika.

Dieser Ueberblick zeigt eine ziemlich unregelmäfsige Entwicklung, die auch in neuerer Zeit keinen Abschluss gefunden hat, ausgenommen, was die in Amerika viel verwendeten Duplexpumpen betrifft, welche in Folgendem noch besonders erwähnt sind.

Gleiche Unregelmäfsigkeit und verschiedenartigste zwischen den Extremen schwankende Ausführung lässt sich auch in der geschichtlichen Entwicklung der Wasserhaltungsmaschinen nachweisen. Die erste gröfsere Wasserhaltung wurde 1763 in den Schuylkill-Kupfergruben in New Jersey aufgestellt. Alle wesentlichen Teile der Maschine wurden von England eingeführt. Zu Anfang dieses Jahrhunderts standen in der genannten Grube 5 Wasserhaltungsmaschinen in Verwendung.

Im Kohlenrevier von Pennsylvanien haben die direktwirkenden Cornwall-Maschinen gleichfalls zuerst aus England Eingang gefunden. Der Cylinderdurchmesser betrug 36″ bis 80″ (= 914 bis 2032 mm), der Hub gewöhnlich 10′ = 3 m. Die bekannteste dieser Maschinen ist die am Empire-Schacht des Schuylkill-Reviers mit 80″ = 2032 mm Dmr. des Dampfcylinders, 24″ = 610 mm Dmr. der Pumpe und 10′ = 3 m Hub. Viele dieser einfachwirkenden Wasserhaltungsmaschinen sind in tonnlägigen Schächten aufgestellt. Die Pumpen wurden überwiegend mit Lederklappen ausgeführt. Die Maschinen arbeiteten mit Volldruck. Irgend welches Bestreben, den Dampfverbrauch herabzusetzen, war bis vor zwei Jahrzehnten nicht vorhanden.

Eine der gröfsten Wasserhaltungsmaschinen ist in der Lehigh-Zinkgrube bei Friedensburg in Pennsylvanien aufgestellt. Sie wurde von Merric & Sons, Southwark-Foundry, Philadelphia, gebaut (Balanziermaschine mit oben liegendem Balanzier, Dampfcylinder von 110″ = 2794 mm Dmr., 10′ = 3 m Hub. Der Balanzier ist mit zwei Schildern ausgeführt; an seinem äufseren Ende ist das Pumpengestänge angebracht und die Kurbelwelle unter dem Dampfcylinder. Zwei Schwungräder mit 2 Schubstangen sind neben dem Dampfcylinder angeordnet. Balanzierzapfen und Kurbelwelle haben 28″ = 711 mm Dmr.).

In den 60er Jahren wurde mit der Ausführung unterirdischer Maschinen begonnen, hauptsächlich der geringen Kosten wegen; die Maschinen wurden auch mit wenig Ausnahmen als gewöhnliche eincylindrige oder als Duplexpumpen ohne Schwungrad ausgeführt. Die Abmessungen bewegen sich in der Regel zwischen 8″ und 30″ (203 und 762 mm) Dmr. der Dampfcylinder, 12″ bis 36″ (305 bis 914 mm) Hub und 5″ bis 14″ (127 bis 356 mm) Pumpendmr. Diese Hub- und Duplexmaschinen haben später für Gruben- und Wasserwerksbetrieb die gröfste Verbreitung gefunden.

Bezeichnend für die Art des Grubenbetriebes sind die in den Comstock-Silbergruben in Virginia City, Nevada, ausgeführten Maschinenanlagen. Diese Gruben haben verhältnismäfsig grofse Tiefe (teilweise bis zu 3400′ = ∞ 1050 m), das zufliefsende Wasser hat eine Temperatur von 160° F = 71° C. Die dort verwendeten Wasserhaltungsmaschinen sind von aufserordentlicher Mannigfaltigkeit und zeugen von verschiedenartigen Experimenten. Es sind verwendet: Eincylindermaschinen ohne Schwungrad, horizontal und vertikal aufgestellt; im Union- und Yellow-Schacht jedoch grofse Verbund-Schwungradmaschinen, die eine als Balanziermaschine, die zweite horizontal am Pumpengestänge aufgestellt (16″ = 406 mm Pumpendurchmesser und 10′ = 3 m Hub).

In den Eisen- und Kupfergruben des Michigan-Distrikts sind überwiegend Gestängemaschinen, jedoch angetrieben durch gewöhnliche Dampfmaschinen mit Räderübersetzung, verwandt. Die Gestängegeschwindigkeit beträgt 3 bis 16 Hübe i. d. Min.

Die gröfsten Maschinen dieser Art wurden in der Calumet und Hecla-Mine betrieben. Die Pumpen hatten Durchmesser von 7″ bis 14″ (178 bis 356 mm) und zwischen 3′ und 9′ (0,9 und 2,7 m) veränderlichen Hub, um die Leistung der Maschinen dem jeweiligen Wasserzufluss anzupassen. Die Pumpen machten 10 Min.-Umdr., die Antriebswelle erhielt ihre Bewegung durch einen Seiltrieb, für welchen Seilscheiben von 15′ = 4,6 m Dmr. verwendet wurden. Die Kraft wurde von einer grofsen Dampfmaschine entnommen, welche gleichzeitig für die Förderung dient. Die Pumpen wurden in tonnlägigen Schächten bei ungefähr 30° Einfallen eingebaut. Die Tiefe, aus der das Wasser zu heben ist, beträgt bis zu 4000 = ∞ 1200 m.

Sowohl für Wasserwerkmaschinen als auch für Wasserhaltungen haben in Amerika die direktwirkenden Maschinen ohne Schwungrad die gröfste Verbreitung gefunden. Unter diesen ist die Worthington-Pumpe bahnbrechend gewesen und auch heute noch weitaus die bedeutendste. Ihre Konstruktion rührt von dem verstorbenen Henry R. Worthington her, wurde 1848 patentirt und fand zuerst für Kesselspeisepumpen Verbreitung. Für Wasserwerksmaschinen fand sie zuerst Anwendung in Savannah im Jahre 1854, 1856 in Cambridge, wo eine Maschine für 300000 Gall. Leistung und 100′ = 30 m Druckhöhe gebaut wurde. Der Hochdruckcylinder (12″ = 305 mm) war konzentrisch im Niederdruckcylinder (25″ = 635 mm) angebracht, dieser also ringförmig ausgeführt. Von der Maschine wurde eine doppeltwirkende Wasserpumpe von 14″ = 356 mm Dmr. und 26″ = 365 mm Hub angetrieben.

Die erste Duplexpumpmaschine wurde von Worthington 1863 in Charlestown, Mass., gebaut. Die Anordnung ist in Amerika für billige Anlagen, wo die Anlagekosten die erste Rolle spielen, mehr in Anwendung gekommen als irgend ein anderes Pumpensystem. In der ersten Zeit ihrer Entwicklung, in den 60er und 70er Jahren, kamen daneben überhaupt nur die Cornwall-Maschine und die wenigen grofsen und im wesentlichen schlechten Balanziermachinen in betracht. Ende der 1880er Jahre war die Worthington-Maschine bei mehr als 200 amerikanischen Wasserwerken in Verwendung.

Die bekannte Anordnung der Maschine ist im wesentlichen unverändert geblieben: 2 wagerechte Zwillings- oder Tandemmaschinen, jede mit einer doppeltwirkenden Wasser-

pumpe versehen, bei gegenseitiger Steuerung der Dampfschieber. Die Pumpenventile sind durchgehend einfache Gummi- oder Metallplatten. Hohe Expansion ist bei fehlender Masse ausgeschlossen, daher sind die Maschinen nur für geringe Leistung geeignet, die 50 bis 65 Mill. Fufspfund, bei guten Maschinen auch bis zu 77 Mill. Fufspfund betrug.

Der Hauptvorteil ihrer Anwendung liegt in den geringen Anlagekosten, auch hinsichtlich der erforderlichen Fundirung und der Gebäude. Wichtig für die Entwicklung des Pumpenbaues war die Anwendung dieser Duplexmaschinen für den Betrieb der Oelrohrleitungen bei Pressungen von 1500 Pfd. = 105 kg/qcm. Mehrere der für Oelleitungen angewendeten Worthington-Duplexmaschinen leisten bis zu 400 PS. Kleinere Pumpen ähnlicher Bauart finden auch als Druckpumpen in Stahlwerken vielfach Verwendung.

Neben Worthington haben die Fabriken von Geo. F. Blake in Boston, L. J. Knowles in Worcester, Mass., und eine Anzahl kleinerer Fabriken das gleiche Feld bearbeitet und insbesondere die einfachwirkenden eincylindrigen Pumpen ausgeführt. Tausende solcher Pumpen werden fabrikmäfsig erzeugt und finden in allen Teilen der Union für untergeordnete Zwecke, wo Dampfersparnis keine Rolle spielt, Verwendung. Seit dem Erlöschen der Worthingtonschen Patente auf Duplexpumpen bauen diese beiden und alle anderen Pumpenfirmen auch überwiegend Zweicylindermaschinen. Die genannten beiden Fabriken sind seit mehreren Jahren zu einem gemeinsamen Unternehmen vereinigt und neuestens soll dieses auch mit der Worthington Co. verschmolzen werden, sodass die Fabrikation dieser Pumpengattung, soweit sie von Bedeutung ist, nahezu monopolisirt ist. Die sonstigen Fabriken derselben Richtung sind verhältnismäfsig nicht bedeutend.

Um einen ungefähren Vergleich der Maschinenleistungen zu ermöglichen, führe ich einige Versuchsergebnisse an, die über hervorragende Maschinen mitgeteilt wurden, verweise aber hinsichtlich der Zuverlässigkeit dieser Angaben auf meine späteren Bemerkungen.

Die Cornwall-Maschinen in New Jersey ergaben 1857 Leistungen von 62,1 Millionen Fufspfund (wie in Amerika üblich: auf 1000 Pfd. Dampf bezogen), die Schwungradmaschinen in Brooklyn 1860 60 Millionen Fufspfund. Zu dieser Zeit wurden Leistungen von 60 Millionen nicht überschritten. Erst in den 70er Jahren wurden hörere Leistungen erreicht, u. a. mit einer Schwungrad-Balanziermaschine in Philadelphia und mit der Wasserwerksmaschine in Lowell (93 Millionen); die Maschine in Lynn ergab eine Leistung von 103,9 Millionen, die als die höchste überhaupt je erreichte bezeichnet wurde; 1875 ergab eine Schwungrad-Balanziermaschine in Milwaukee 76,9 Millionen, 1876 die Verbundmaschine in Lawrence 98,26 Millionen. Bei einem Versuche im Jahre 1879 ergab dieselbe Maschine eine Leistung von 111,5 Millionen, einen Wirkungsgrad von 91,6 pCt und einen Kohlenverbrauch von 1,63 Pfd., bei einem Speisewasserverbrauch von 16,48 Pfd.

1878 ergab die Corliss-Maschine in Pawtucket in 10tägigem ununterbrochenem Betriebe eine Leistung von 104,3 Millionen; bei einem 24stündigem Versuche 133,5 Millionen Fufspfund. 1877 ergab die Erprobung einer Verbund-Balanzier-Schwungradmaschine in Chicago, West Side, eine Leistung von 96 Millionen, 1882 die Prüfung einer Corliss-Maschine in Providence 113,27 Millionen Fufspfund, und auf reine Pumpenarbeit bezogen: 138 Millionen. 1883 ergab die Erprobung einer Gaskill-Maschine in Saratoga Springs eine Leistung von 106,8 Millionen; dieses Ergebnis wurde jedoch vielfach angefochten.

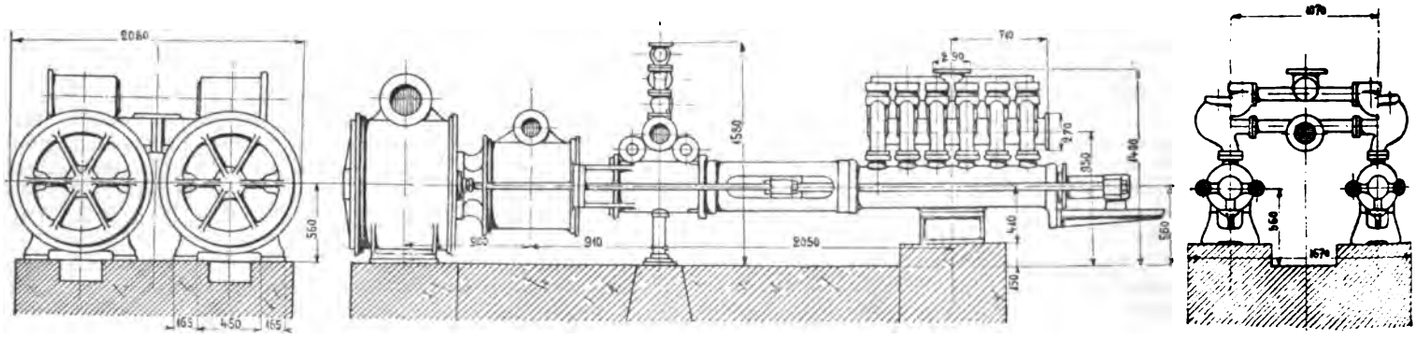
Als die ersten amerikanischen Pumpmaschinen mit hoher Leistung sind die Corliss-Wasserwerksmaschine in Pawtucket und die Leavitt-Maschine in Lynn anzusehen, welche beide mit verhältnismäfsig hoher Kolbengeschwindigkeit und Dampfspannung arbeiten.

Die wesentlichen Fortschritte bestehen vor allem in der Verbesserung der Dampfmaschinen, in der Einführung der Verbundmaschinen, der Verwendung hochgespannten Dampfes

Fig. 197 bis 199.

Dreifach-Verbund-Worthingtonpumpe.

Mafsstab 1 : 50.



und weitgehender Expansion, in der richtigen Bemessung der Festigkeit und der Abnutzungsdimensionen des Triebwerkes, in der selbstthätigen Regulirung der Maschinen und in der Anwendung zahlreicher kleiner Pumpenventile anstelle der grofsen Klappen. Dampfspannungen über 100 Pfd. (7 kg/qcm) wurden zuerst von Corliss verwendet.

Für direktwirkende Pumpen ohne Schwungrad sind die Worthingtonschen Konstruktionen und seine Einrichtungen zur Massenherstellung mustergültig geworden und haben überall Nachahmung gefunden, insbesondere die Herstellung der Maschinen mit auswechselbaren Teilen und nach Kalibern, wodurch der Ersatz von Reserveteilen jederzeit möglich gemacht wird.

Das Vorstehende giebt eine Uebersicht über die unregelmäfsige Entwicklung des Pumpenwesens bis Ende der 1880er Jahre.

Die seitherige Entwicklung werde ich in weiteren Berichten erwähnen; sie ist gekennzeichnet durch die Verbreitung der Duplexmaschinen und die Einführung der Kraftausgleicher an Duplexpumpen, deren Einzelheiten auch bei uns so vollständig bekannt sind, dass ausführliche Mitteilungen darüber überflüssig sind.

Aufserdem werden diese Maschinen in neuerer Zeit, um den Dampfverbrauch herabzusetzen, als Dreifach-Verbundmaschinen gebaut, d. i. mit 6 Dampfcylindern, je ein Hoch-, Mittel- und Niederdruckcylinder hinter einander, auf jeder Pumpenseite durch die gemeinsame Kolbenstange die Pumpe unmittelbar antreibend. Fig. 197 bis 199 stellen eine solche Anordnung für eine Hochdruckpumpe dar und zeigen die mit solcher Bauart verknüpften Nachteile: Komplikation der wesentlichen Triebwerksteile (6 Kolben), grofse Maschinenlänge und Unzugänglichkeit wichtiger Maschinenteile.

Durch den Ausgleicher sind diese Maschinen für niedrigeren Dampfverbrauch geeigneter geworden, stehen aber guten Schwungradmaschinen sowohl im Dampfverbrauch als

auch in Einfachheit nach; der Ausgleicher hat die frühere Einfachheit der Duplexmaschinen aufgehoben.

Weiter sind seit den 80er Jahren mehrere neue Typen grofser Schwungradmaschinen entstanden, welche in einem späteren Bericht durch einige bezeichnende Beispiele erläutert werden sollen.

Diese mangelhaften und absonderlichen Pumpenausführungen sind in erster Linie dadurch veranlasst, dass hier die minderwertigen Duplexpumpen so grofse Verbreitung gefunden haben und auch das Feld so lange beherrschen werden, als die Mehrzahl der Wasserwerke, wie dies jetzt thatsächlich mit wenigen Ausnahmen der Fall ist, auf geringen Dampfverbrauch wenig oder keinen Wert legen.

Die vielen abschreckenden Beispiele von ungeheuerlichen Anlage- und noch gröfseren Reparaturkosten, veranlasst durch die verfehlten grofsen Schwungradmaschinen, müssen naturgemäfs die Ausbreitung minderwertiger, aber einfacherer Pumpen fördern. Bei uns ist gleiches nicht möglich, weil wir eine so grofse Zahl verfehlter Schwungradmaschinen nicht besitzen; auch die schlechten unter ihnen sind noch immer leidliche Pumpen, und schon vor Jahrzehnten sind bei uns überwiegend gute Schwungradpumpen mit guter Betriebssicherheit und hoher Leistung gebaut worden. In Amerika sind viele Schwungradmaschinen für Pumpwerke entweder absichtlich zu Krüppeln gemacht, um sie äufserlich den Duplexpumpen ähnlich zu machen, oder sie sind gefährliche Ungeheuer.

Für die Entwicklung der Pumpmaschinen in Amerika ist es bezeichnend, dass diejenige Pumpenbauart, welche bei uns die überwiegende Mehrheit bildet, die einfache stehende oder liegende Dampfmaschine normaler Bauart, unmittelbar mit der Pumpe gekuppelt, hier nur ganz vereinzelt vorkommt, obwohl hier der Dampfmaschinenbau im gröfsten Mafsstabe und ganz fabrikmäfsig betrieben wird, und obwohl die einfachsten und besten Corliss-Maschinen seit Jahrzehnten zur Verfügung standen und hier schon vor viel längerer Zeit hochentwickelt waren als bei uns; dennoch sind die Fälle ganz vereinzelt, dass zu einer vorhandenen guten Dampfmaschine eine gute Pumpe hinzugefügt und direkt betrieben wird. Diese Bauart, bei uns die Regel, ist hier die Ausnahme. Hingegen sind zahlreiche liegende und besonders stehende Schwungradmaschinen in Verwendung, entweder nach englischem Vorbild oder, was häufiger der Fall ist, als ganz absonderliche Ungeheuer gebaut. Ihre besondere Eigenart sind vor allem die ungeheuren, bei uns kaum bekannten Kosten und die geringe Betriebssicherheit, weil weder die Teile der Maschine für grofsen Druck und Abnutzung gebaut sind, noch die Pumpen auch nur gewöhnlichen Anforderungen entsprechen.

Es giebt auch in Amerika viele Pumpmaschinen, die gegen die besten, in anderen Ländern gebauten in keiner Weise zurückstehen, sie bilden aber nicht die Regel, sondern sind nur vereinzelt vorhanden. Ueber mehrere von ihnen hoffe ich ausführlich berichten zu können.

Es ist in Amerika üblich, über Maschinen- und besonders Pumpenuntersuchungen sehr ausführliche Berichte zu veröffentlichen, die vielfach marktschreierisch gehalten sind. Es scheint, dass auf diesem Gebiete irgend jemand mit grellen Anpreisungen den Anfang gemacht hat, und dass nun andere, nach dem Vorbilde der Schokoladen- und Seifenfabrikanten, mitlärmen. Namentlich für diejenigen Pumpen, welche als Marktware erzeugt werden und nicht für beste Leistung, sondern nur für billigsten Preis eingerichtet sind, werden oft unglaubliche Versuchsergebnisse veröffentlicht. Selbstverständlich haben Pumpen einfacher Konstruktion und geringerer Leistung ihre volle Berechtigung und naturgemäfs das gröfste Verbreitungsfeld. Wenn aber gerade für diese Gattung minderwertiger Maschinen die denkbar vorzüglichsten, praktisch gar nicht erreichbaren, und selbst unmögliche Betriebsergebnisse mitgeteilt werden, so muss es wohl gestattet sein, die Richtigkeit dieser Angaben zu bezweifeln. So werden u. a. Gesamtwirkungsgrade von mehr als 96 pCt behauptet und der Dampfverbrauch von minderwertigen Maschinen, die mit 16 Min.-Umdr. und 6 Atm. Dampf laufen, mit 6 kg angegeben. Es ist sogar vorgekommen, dass Versuchszahlen unter genauester Angabe von Lufttemperatur, Barometerstand, Luftfeuchtigkeit usw. veröffentlicht wurden, und dass sich bei Nachrechnung der Zahlen eine gröfsere indizirte Pumpenleistung als die indizirte Dampfleistung ergab! Welcher Wert solchen Versuchen beizumessen ist, braucht nicht gesagt zu werden.

Wenn dagegen an Pumpmaschinen Versuche von Personen bekannten Rufes durchgeführt wurden, so unterschieden sich die Wirkungsgrade und Betriebsergebnisse durchaus nicht von den europäischen. So ergaben z. B. die von Corliss und Leavitt gebauten Wasserwerksmaschinen trotz vorzüglicher Bauart und Ausführung nur einen Wirkungsgrad von 90 bis höchstens 91 pCt. Aber auch bei solchen richtig und ehrlich durchgeführten Versuchen dürfen die Betriebskosten nicht nach der Probeleistung berechnet werden, weil dabei die Nebenkosten nicht zum Ausdruck kommen, während sie im Jahresdurchschnitt ihre Wirkung geltend machen.

Zum Vergleiche wähle ich zwei in Amerika sehr bekannte Pumpmaschinen, welche längere Zeit im Betrieb sind, und deren ökonomische Leistung seinerzeit hervorragend war, nämlich die Pumpmaschinen in Pawtucket (Corliss) und Lynn (Leavitt). Letztere ist seit 19 Jahren, erstere seit 10 Jahren in ununterbrochenem Betrieb. In der nachstehenden Tabelle sind die Leistungen beider Maschinen seit ihrer Ingangsetzung angegeben.

Die ersten beiden Reihen geben die Leistung in 1000 Fufspfund für je 100 Pfd. Kohle in Durchschnittsbetrieben einschl. Ingangsetzung und aller Verluste sowie Heizung der Gebäude, ohne Abzug für Asche u. dergl.

Die dritte Reihe giebt die Leistung der Corliss-Maschine einschl. aller Verluste des Maschinenbetriebes, jedoch abzüglich der Kohle, welche für andere Zwecke benutzt wurde.

Die vierte Reihe giebt die Leistung der Leavitt-Maschine einschl. Dampfheizung und aller Verluste, jedoch abzüglich Asche.

Leistungen in 1000 Fufspfund für 100 Pfd. Kohle.

	I. Corliss	II. Leavitt	III. Corliss	IV. Leavitt
1875	—	91448	—	104167
1876	—	89862	—	102078
1877	—	87399	—	98074
1878	—	90137	—	103027
1879	—	91705	—	105015
1880	—	92843	—	106667
1881	103948	91568	106481	105939
1882	113439	87620	115105	102358
1883	106204	—	108402	—
1884	105778	91468	109234	105449
1885	108124	98606	110489	110309
1886	110853	101553	112482	112843
1887	120169	102060	121417	113556
1888	123657	101832	124512	111749
1889	98124	107124	104257	119060
1890	101229	116931	106649	130743
1891	101106	102863	106700	113886

Mit den angeblichen Versuchsergebnissen ganz minderwertiger Maschinen verglichen, sind die Leistungen nicht erheblich; in Wirklichkeit ragen sie aber über die wirklichen Betriebsergebnisse der meisten Pumpmaschinen weit hervor.

Die Leavitt-Maschine ergab im Gesamtbetrieb im Jahre 1881 eine Leistung von nur 91568000 Fufspfund, während die Leistung im eigentlichen Pumpenbetrieb 120733000 betrug.

Uebersichtlich zeigt den sachlichen Zusammenhang die zweite Reihe. Die Maschine hatte zu Anfang nach der Inbetriebsetzung schwachen Betrieb, später stärkeren Betrieb zu leisten. Im Jahre 1877 betrug die Zahl der Pumpentage 126 und der Aufwand an Kohle für Ingangsetzung und Verlust 20 pCt. Im Jahre 1890 waren 289 Pumpentage, und der Verlust an Kohle betrug nur 7,8 pCt.

Im allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die amerikanischen Wasserwerke für ungleich gröfseren Betrieb eingerichtet sind als unsere. Hier werden auf den Kopf der Bevölkerung meist über 200, selbst 350 ltr., täglich gerechnet,

etwa das 5 bis 6 fache als bei uns. Wasserleitungen gehören mit zu denjenigen städtischen Einrichtungen, welche hier bei der ersten Anlage der Strafsen und der Ausbreitung der Stadt vorgesehen werden und den Ansiedlungen fast immer voraneilen. Alle städtischen Wasserwerke haben daher Grofsbetrieb zu bewältigen und sind reiche, ertragsfähige Gemeindeunternehmungen, die auch ohne Dampfersparnis und mit minderwertigen Maschinen in Grofsstädten viele Millionen abwerfen. Ihre technische Ausbildung ist vielfach durch die Eigentümlichkeit der Gemeindeverwaltungen beeinflusst, und es giebt manche Stadt, in welcher bei der nächsten Wahl mit dem Stadtoberhaupt auch der leitende Ingenieur

Fig. 200 bis 204. Gaskill-Pumpe.

Fig. 200.

Mafsstab 1 : 70.

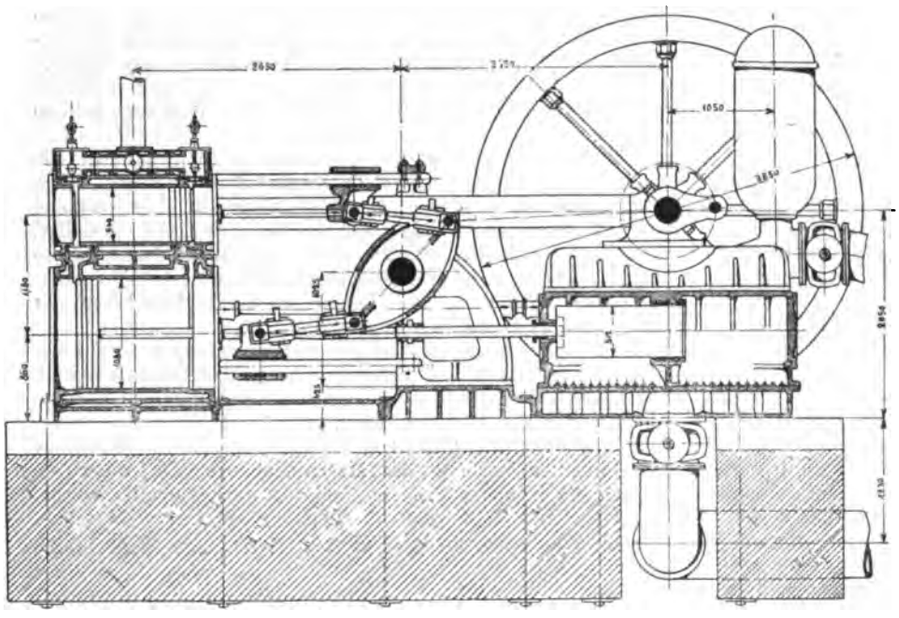


Fig. 201.

Mafsstab 1 : 70.

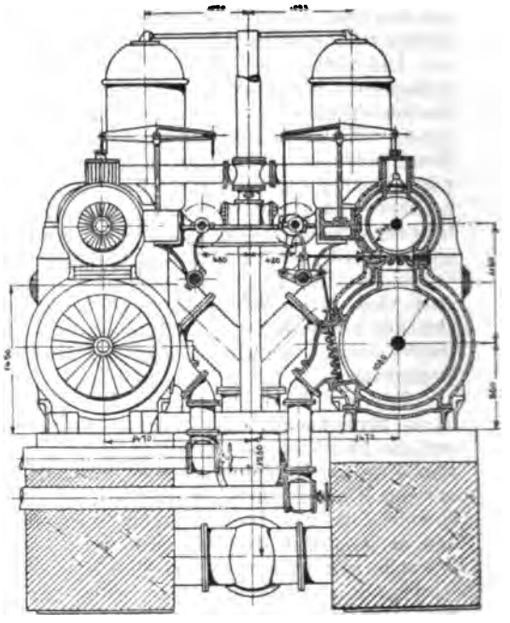


Fig. 202.

Mafsstab 1 : 70

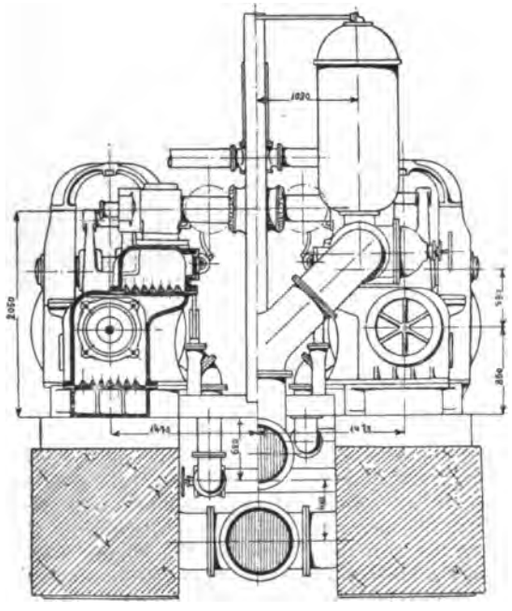


Fig. 203.

Pumpenventil.

Mafsstab 1 : 3.

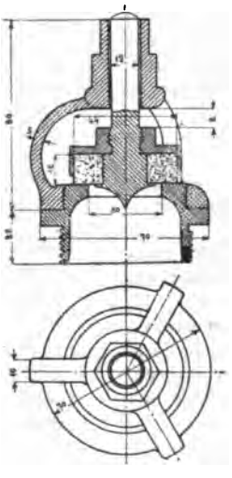
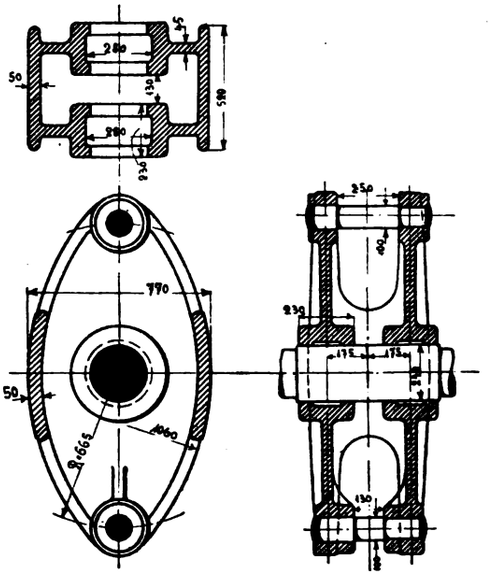


Fig. 204.

Schwinge. Mafsstab 1 : 30.



vom Schauplatze verschwindet, zu ungunsten einer gesunden technischen Entwicklung dieser grofsen städtischen Unternehmungen.

Pumpen der Holly Co. in Lockport N. Y. Die Gaskill-Pumpen der Holly Co. sind Schwungradpumpen von geringer Baulänge und geringer Baufläche und in Amerika stark verbreitet; angeblich sind sie in mehr als 370 Städten in Verwendung. Die ältesten Ausführungen waren die für Lockport und Auburn, N. Y., in beiden Fällen mit Turbinenantrieb und Räderübersetzung. In der jetzigen Form, mit oben liegendem Schwungrad, wurden etwa 120 Maschinen gebaut, darunter Maschinen in Columbus, Ohio, Chicago und Hydepark, Buffalo, N. Y., Philadelphia, Pa., Omaha, Neb., Town of Lake, Ill., u. a. auch im alten Wasserwerk Boston, über welches später noch nähere Angaben folgen.

Die Bauart der Gaskill-Pumpen ist unmittelbar aus dem Bestreben hervorgegangen, Schwungradmaschinen so zu bauen,

dass sie alle Vorteile der Duplexpumpen ohne Schwungrad, anderseits aber die Vorteile des Kurbeltriebes und Schwungrades, d. i. insbesondere Ausnutzung der Expansion und geringen Dampfverbrauch, gewähren.

Zu den unzweifelhaften Vorteilen der Duplexpumpen gehört ihre sehr knappe Bauart, sodass sie wenig Raum und Fundament erfordern. Die beiden Cylinderachsen sind möglichst nahe an einander gerückt, und die Baulänge des Kurbeltriebes fällt weg. Es giebt in Amerika zahlreiche Konstruktionen von Schwungradmaschinen, welche das Erwähnte anstreben und auch erreichen und im wesentlichen nicht mehr Grundfläche und Fundament erfordern als eine gleichwertige Duplexmaschine ohne Schwungrad.

Ein bezeichnendes, wenn auch in wesentlichen Punkten anfechtbares Beispiel dieser Art ist die in Fig. 200 bis 202 dargestellte Gaskill-Pumpe; ihr Wesen besteht in der Verwendung einer kurzen Schwinge zwischen Dampfcylindern und Pumpe, Fig. 200. An diese Schwinge greifen beide Dampfcylinder, Hoch- und Niederdruckcylinder. Die Niederdruckkolbenstange treibt den Pumpenkolben unmittelbar an, am oberen Ende der Schwinge greift der Hochdruckcylinder an, und von diesem Ende aus wird der Kurbeltrieb durch eine Schubstange auf die oben liegende Kurbelwelle übertragen, welche über der Pumpe gelagert ist. Zwischen Maschine und Dampfcylindern sind die Geradführungen und Lenker eingeschaltet, deren Anbringung trotz grofsen Ausschlagwinkels der Schwinge keine Schwierigkeit verursacht.

Wie aus den Figuren ersichtlich, giebt dies in der That einen sehr knappen Aufbau. Alle Teile der Maschine sind so zusammengepackt, wie nur überhaupt möglich. Die Zugänglichkeit einzelner Teile ist dabei allerdings nach unseren Begriffen ungenügend. Solche Maschine wurde in Saratoga Springs, N. Y., ausgeführt, mit einer Pumpenleistung von 4 Millionen Gallonen, bei 80 Pfd. = 5,6 kg/qcm und 18 Min.-Umdr. Die Steuerung der Dampfcylinder erfolgt beim Einlass durch Ventil, beim Auslass durch Gitterschieber. Die allgemeine Anordnung ist in der Zeichnung genügend angedeutet. Die Einzelheiten bieten nichts Beachtenswertes. Der Antrieb erfolgt durch Exzenter von der Antriebswelle, die durch Kegelräder von der Schwungradwelle betrieben wird.

Die Dampfeinlassventile sind gewöhnliche Doppelsitzventile, mit selbstthätig veränderlicher Steuerung versehen. Die Steuerung der Ventile erfolgt durch eine Auslösesteuerung. Die Gitterschieber werden unmittelbar durch Exzenter angetrieben. Der Antrieb des Auslassschiebers aus dem Niederdruckcylinder erfolgt durch dasselbe Exzenter wie beim Auslassschieber des Hochdruckcylinders.

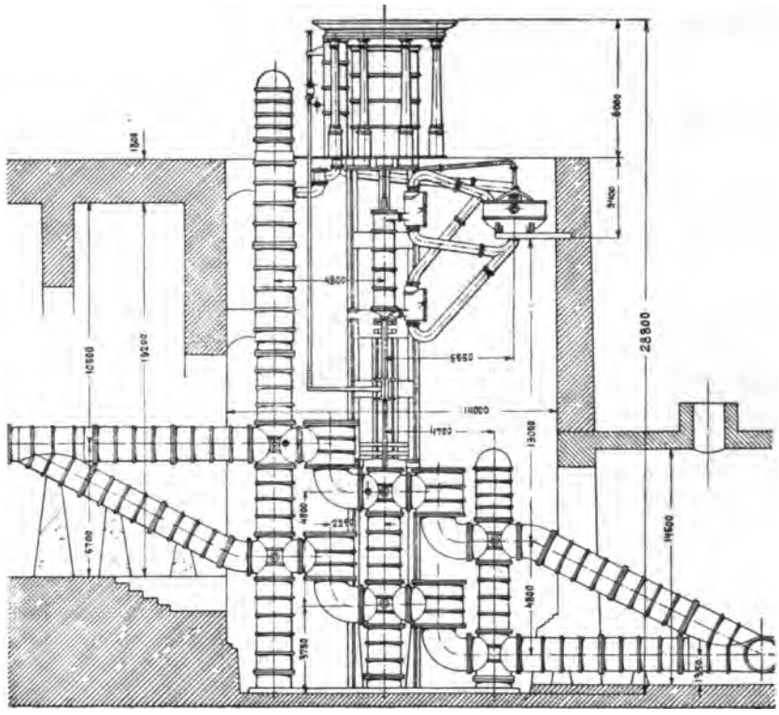
Die Pumpe hat doppeltwirkenden Plunger mit innenliegender Stopfbüchsendichtung. Die Pumpenventile bestehen aus kleinen armirten Gummiventilen, Fig. 203, mit aufgeschraubter Führung, welche durch 3 Rippen gehalten wird.

Ueber einige Anordnungen von Pumpwerken stehender Bauart, welche durch die Holly Co. bisher ausgeführt wurden, werde ich im Zusammenhange mit anderen Konstruktionen noch mehrere Skizzen nachtragen.

In dem vorangegangenen Berichte über amerikanische Pumpwerke war die aufserordentliche Mannigfaltigkeit und die meist absonderliche Bauart amerikanischer Pumpmaschinen hervorgehoben, welche anscheinend aus dem Bestreben hervorgegangen ist, entweder ganz Ungewöhnliches zu schaffen oder Pumpwerke jeder Art mit möglichst kleinem Raum- und Fundamenterfordernis zu bauen. Da die ungewöhnlichen Pumpwerke hier die Regel, die Pumpmaschinen mit normaler Betriebsdampfmaschine die verschwindende Ausnahme bilden, so möchte ich noch einige typische Beispiele amerikanischer Ausführungen dem Berichte nachtragen, ausschliefslich zu dem Zwecke, konstruktive Eigentümlichkeiten durch

Fig. 205.

Shields-Pumpwerke in Cincinnati. Mafsstab 1 : 300.



einige Skizzen besser zu kennzeichnen, als dies durch die vorangegangene Beschreibung allein möglich war.

Die Shields-Pumpmaschine in Cincinnati, welche zu den ungeheuerlichsten und kostspieligsten Pumpwerken gehört, welche je gebaut wurden, ist in Fig. 205 dargestellt. Die Abmessungen sind: 100″ = 2540 mm Cyl.-Dmr., 45″ = 1143 mm Dmr. der doppeltwirkenden Pumpen, 12′ = 3,65 m gemeinsamer Hub. Die gröfste Druckhöhe beträgt 170′ = 51,85 m, die Pumpenleistung 800000 Gallonen = 3000 cbm i. d. Std. Die Pumpen sind in einen Schacht eingebaut, weil der Wasserstand im Ohio sehr veränderlich ist.

Im Wasserwerk von St. Louis sind Druckpumpen für das Hochdruckgebiet vorhanden, und zwar 3 eincylindrige Maschinen und 2 stehende Verbundmaschinen, mit Dampfcylindern neben einander auf den oben liegenden Balancier arbeitend; je ein Paar solcher Maschinen sind durch gemeinsame Kurbelwelle (Kurbeln unter 90°) gekuppelt und die Pumpen durch besonderes Gestänge mit verkürztem Hub antreibend, also im wesentlichen nach englischem Vorbilde gebaut. Die Hochdruckcylinder haben 50″ = 1270 mm Dmr. und 87″ = 2210 mm Hub, die Niederdruckcylinder 80″ = 2032 mm Dmr. und 138″ = 3505 mm Hub. Die Druckpumpen sind Differentialpumpen von 45¼″ und 32″ = 1150 mm

Fig 206.

Niederdruck-Pumpwerk St. Louis. Mafsstab 1 : 200.

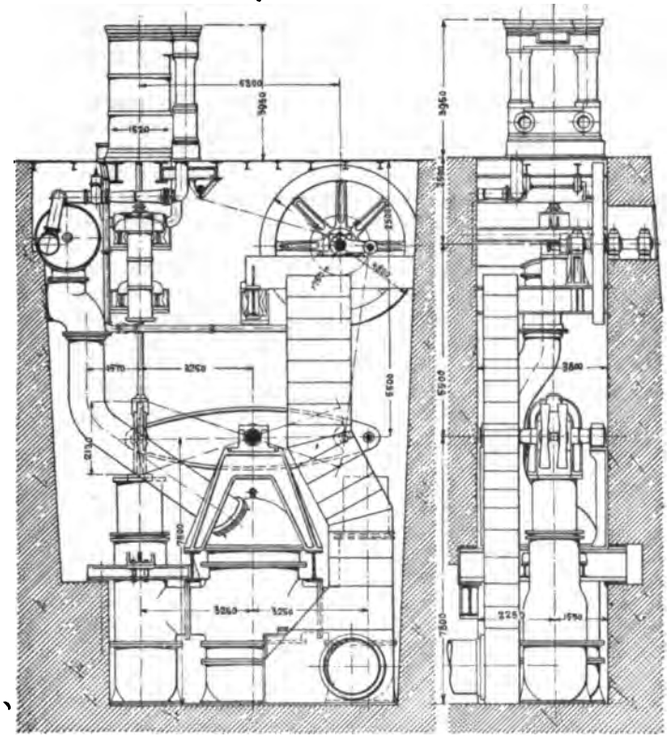


Fig. 207.

Pumpwerk in Kalamazoo.

Mafsstab 1 : 70.

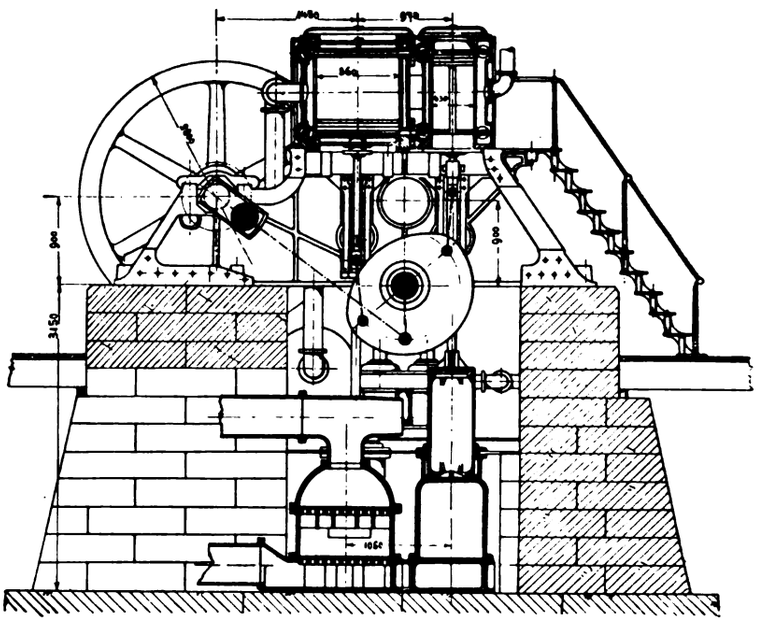


Fig. 208 und 209. Stehende dreicylindrige Pumpe der Holly Co.

Fig. 208.

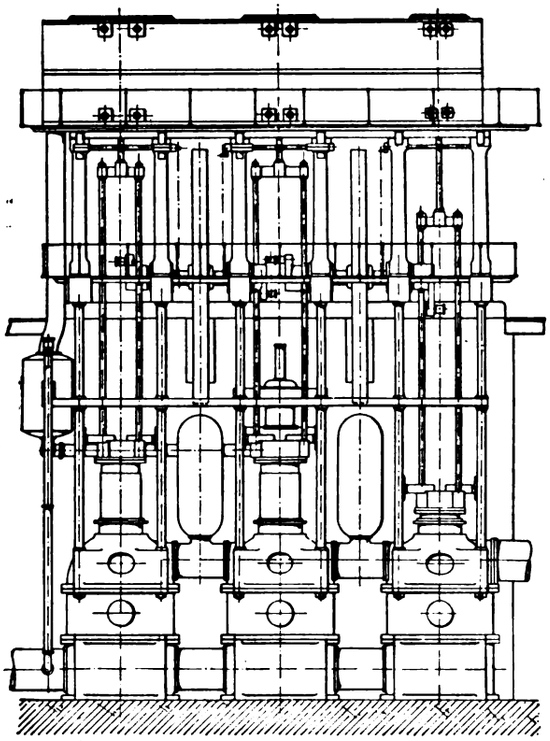


Fig. 209.

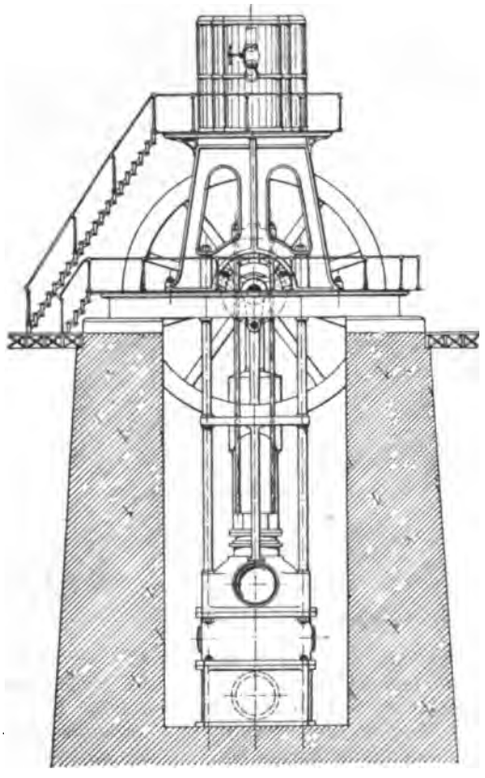
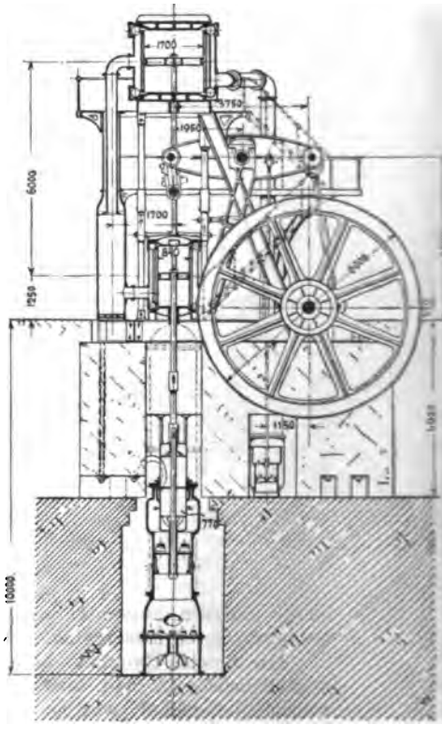


Fig. 210.

Stehende Pumpe der E. P. Allis Co.

Mafsstab 1 : 200.



und 813 mm Plungerdurchmesser bei 100" = 2540 mm Hub. Die Druckhöhe beträgt 200' = 61 m. Die Maschinen sind von der Hartford Foundry 1873 gebaut. Die Kosten jeder Pumpmaschine betragen 280000 $.

Das Pumpwerk für das Niederdruckgebiet ist in Fig. 206 dargestellt und mag als typisch für die hier so häufig zu findenden ganz ungewöhnlichen Anordnungen von Wasserwerkmaschinen gelten. Die Maschine ist mit unten liegendem Balanzier und Schwungrad von Allen & Co. in St. Louis 1874 gebaut. Die Abmessungen sind: Dampfcylinder 60" = 1524 mm Dmr., Hub 7' = 2135 mm, Pumpen 50" = 1270 mm Dmr., 7' = 2135 mm Hub.

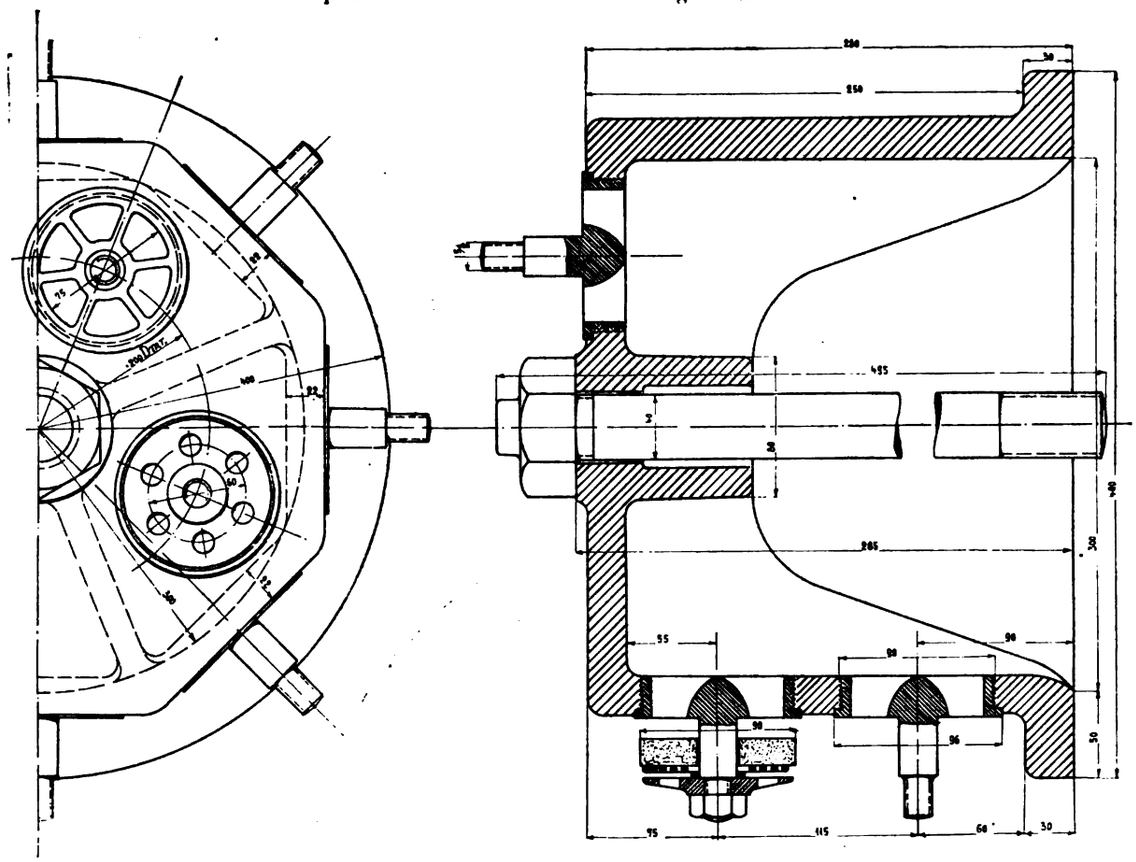
Aufserdem sind für das Niederdruckgebiet 2 einfachwirkende Cornwallmaschinen von 56" = 1422 mm Dmr., 12' = 3660 mm Hub in Verwendung.

Der grofse Erfolg der Leavitt-Maschinen mit unten liegender Schwinge und seitlich liegender Kurbelwelle hat viele Nachahmungen auf dem Gebiete der Wasserwerkmaschinen veranlasst, durch welche man die gedrängte Bauart noch zu überbieten suchte, u. a. von der E. P. Allis Co. in Milwaukee und von der Holly Co. in Lockport. Mehrere solcher Pumpmaschinen sind infolgedessen in wesentlichen Teilen kaum mehr zugänglich.

Die Pumpmaschine Kalamazoo (Michigan), von der Holly Co. in Lockport gebaut, ist in Fig. 207 dargestellt. Die Maschine war zu liefern für eine Leistung von 3000000 Gallonen = rd. 11500 cbm in 24 Std. bei normaler Widerstandshöhe von 37 m. Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 18" = 457 mm, Niederdruckcylinder 36" = 914 mm, Hub 30" = 762 mm, Pumpen 20" = 508 mm Dmr., 30" = 762 mm

Fig. 211.

Pumpenventile. Wasserwerk Chicago. Mafsstab 1 : 4.



Hub. Die Maschine besitzt 2 Schwungräder, jedes von 3,05 m Dmr. und 3600 kg Gewicht.

Bei den Versuchen ergab sich eine Leistung von 14225000 mkg bei einer Dampfspannung von 72 Pfd. = 5 kg/qcm und 26,5 Min.-Umdr. Die Lieferung der Maschine wurde nicht gemessen, sondern unter Annahme eines Verlustes von 2 pCt berechnet und auf 11600 cbm festgestellt.

Von der Holly Co. wird auch eine Dreifach-Verbundmaschine stehender, jedoch normaler Bauart ausgeführt, welche in den Fig. 208 und 209 dargestellt ist. Die Dampfcylinder liegen oben und neben einander und arbeiten auf 3 Kurbeln. Durch Traversen und Umführungstangen erfolgt die Verbindung mit den unten liegenden einfachwirkenden Pumpen.

Zwischen den 3 Kurbeln sind 2 Schwungräder angebracht; die mittlere Kurbel ist durch ein Schleppstück verbunden.

Fig. 210 zeigt eine gleichfalls ungewöhnliche Anordnung der E. P. Allis Co. in Milwaukee, eine stehende, einachsig gebaute Verbundmaschine, welche eine Differentialpumpe unmittelbar antreibt, jedoch mit seitlich neben der Maschine angebrachtem Kurbeltrieb mit Schwinge versehen ist.

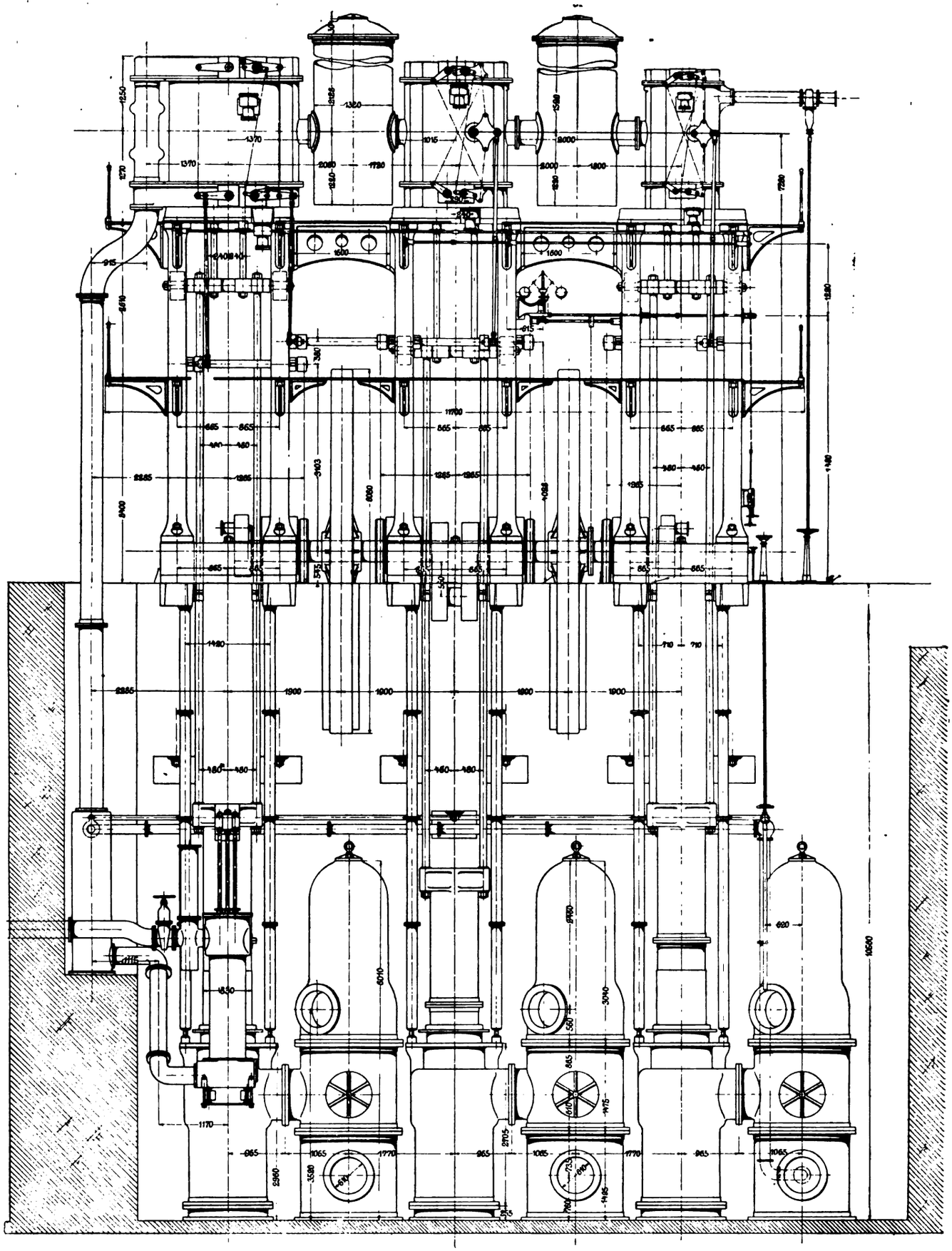
Dreicylindrige Pumpmaschine der E. P. Allis Co. im Wasserwerk Chicago.

(Indiana Avenue, 14. Strafse.)

Die in den Fig. 211 bis 213 dargestellte Anordnung kennzeichnet das Wesentliche dieser Maschinenkonstruktion, welche in ähnlicher Weise in Amerika neuestens sehr häufig ausgeführt wird. Drei solcher Maschinen sind in der neuen Pumpstation 14. Strafse, Indiana Avenue, in Chicago im Betrieb; sie gelten hier vielfach als Maschinen ersten Ranges und bisher bedeutendste Leistung des Pumpmaschinenbaues. Für unsere Verhältnisse ist wenig zu lernen, denn bei uns werden unter sonst gleichen städtischen Betriebsverhältnissen für

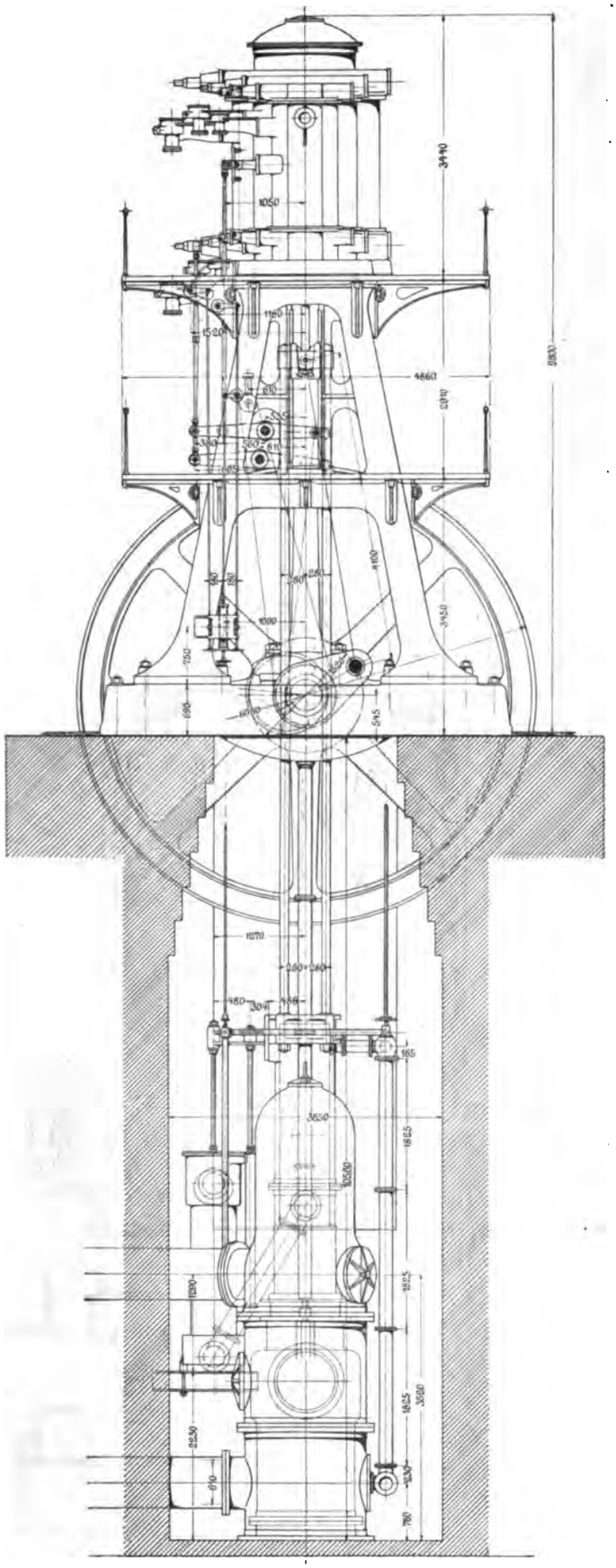
Fig. 212 und 213. Pumpwerkmaschine der E. P. Allis Co.

Fig. 212



in Milwaukee. Mafsstab 1 : 84.

Fig. 213.



ganze Anlagen gleicher Leistung nicht einmal diejenigen Summen verausgabt, welche hier die Fundamente und Gebäude allein kosteten, und trotzdem werden bei uns sowohl Dampfmaschinen als Pumpen mit höherer Leistung gefordert und auch gebaut.

Die Antriebsmaschine liegt über der Maschinenhausflur, Fig. 212 und 213. Die Cylinder der Dreifach-Verbundmaschine sind oben angeordnet und liegen mit den Aufnehmern innerhalb einer gemeinsamen Verschalung (in den Fig. nicht gezeichnet), welche der Maschine ein sehr gefälliges, einheitliches Aussehen verleiht. Alle Cylinder haben Corliss-Steuerung, der Hochdruckcylinder arbeitet mit verstellbarer Expansion, Mitteldruck- und Niederdruckcylinder mit fest eingestellter Füllung. Die Cylinder sind durch A-förmige senkrechte Ständer unterstützt, welche, doppelt aufgestellt, die Verbindung mit der Grundplatte herstellen; letztere trägt die Kurbelwelle, welche aufsen mit starken Kurbeln, innen mit Wellenkröpfung versehen ist. Die Verbindung zwischen Dampf- und Pumpenkolben erfolgt, wie aus den Fig. ersichtlich, durch 2 Dampfkolbenstangen und 4 Pumpenkolbenstangen, welche oben durch eine Traverse, unten durch den Kopf des Pumpenplungers verbunden sind. — Die Pumpen, Fig. 212 und 213, sind einfachwirkend. Die Ventilkasten liegen seitlich, und zwar sind Saug- und Druckventile über einander aufgebaut. Die Ventile sind kleine Gummiventile mit Federbelastung, welche in achteckigen Ventilkörben, Fig. 211, an den Seiten und Stirnwänden eingeschraubt sind, sodass thatsächlich ein sehr grofser und beliebig noch vergröfserbarer Ventilquerschnitt sich ergiebt. Jede Maschine enthält 170 Ventile. Trotzdem arbeiten die Pumpen bei einer mittleren Umdrehungszahl von 17 i. d. Min. nicht geräuschlos, weil insbesondere die Anordung der Windkessel nicht ganz ausreichend ist.

Die wesentlichen Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 27″ = 686 mm, Mitteldruckcylinder 42″ = 1067 mm, Niederdruckcylinder 62″ = 1575 mm, Hub 5′ = 1524 m; Durchmesser der 3 einfach wirkenden Pumpen 33¾″ = 857 mm, Hub 5′ = 1524 mm; 16 Min.-Umdr., Wasserdruck 40 Pfd. = 2,8 kg/qcm, Dampfdruck 117 Pfd. = 8,2 kg/qcm, 540 PS. Lieferung jeder Maschine 60000 cbm in 24 Stunden.

Die Maschinen sind seit 1892 in Betrieb.

Eine Vorstellung des ausgedehnten Wasserwerkbetriebes in Chicago und zugleich der im Verhältnis unvollkommenen Betriebsmittel gewähren schon die früheren Angaben.

Pumpwerk der Geo. F. Blake Manufacturing Co. in Boston.

Die Fabrik, mit der früheren Pumpenfabrik von Knowles in Warren, Mass., vereinigt, betreibt im grofsen Mafsstabe und fabrikmäfsig den Bau von Eincylinder- und Duplexpumpen als Handelsware. Sie verfügt über vorzügliche, musterhaft organisirte Werkstätteneinrichtungen mit weit getriebener Arbeitsteilung und ist neben Worthington die bedeutendste Fabrik dieser Richtung. Sie baut aber auch Schwungradpumpen, die in ähnlicher Weise wie die Gaskill-Pumpen die Vorteile des Schwungradbetriebes und der ökonomischen Dampfwirkung mit gedrungener Bauart vereinigen sollen und, wie gewöhnliche Hubmaschinen, nur geringe Fundamentkosten verursachen.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes ist die Zwischenschaltung der Schwinge mit tiefliegender Drehachse und Uebersetzung auf die Kurbel mit geringerem Hub. Die Bauart ist in Fig. 214 bis 216 dargestellt und zeigt eine schwere Fundamentplatte für das Kurbellager und die Schwingen, die aber nicht in starrem Zusammenhang mit dem Dampfcylinder steht.

Nach neueren, bisher aber noch nicht ausgeführten Entwürfen soll dieser Aufbau derart angeordnet werden, dass zwischen Pumpe und Dampfcylinder eine starre Verbindung besteht und dass das Balanzierlager unterhalb aufgehängt ist.

Nachteilig für diese Konstruktion ist die Druckübersetzung auf den Kurbelzapfen und die schlechte Zugänglichkeit des Triebwerkes.

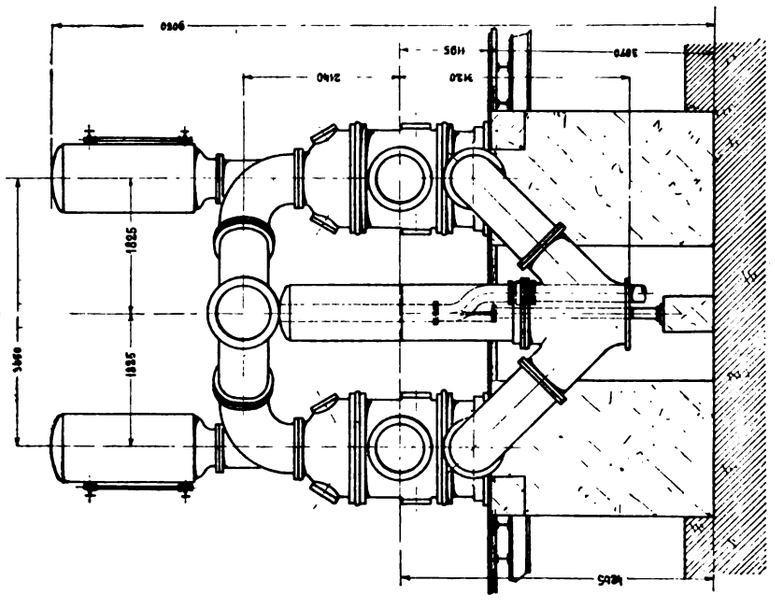


Fig. 215.

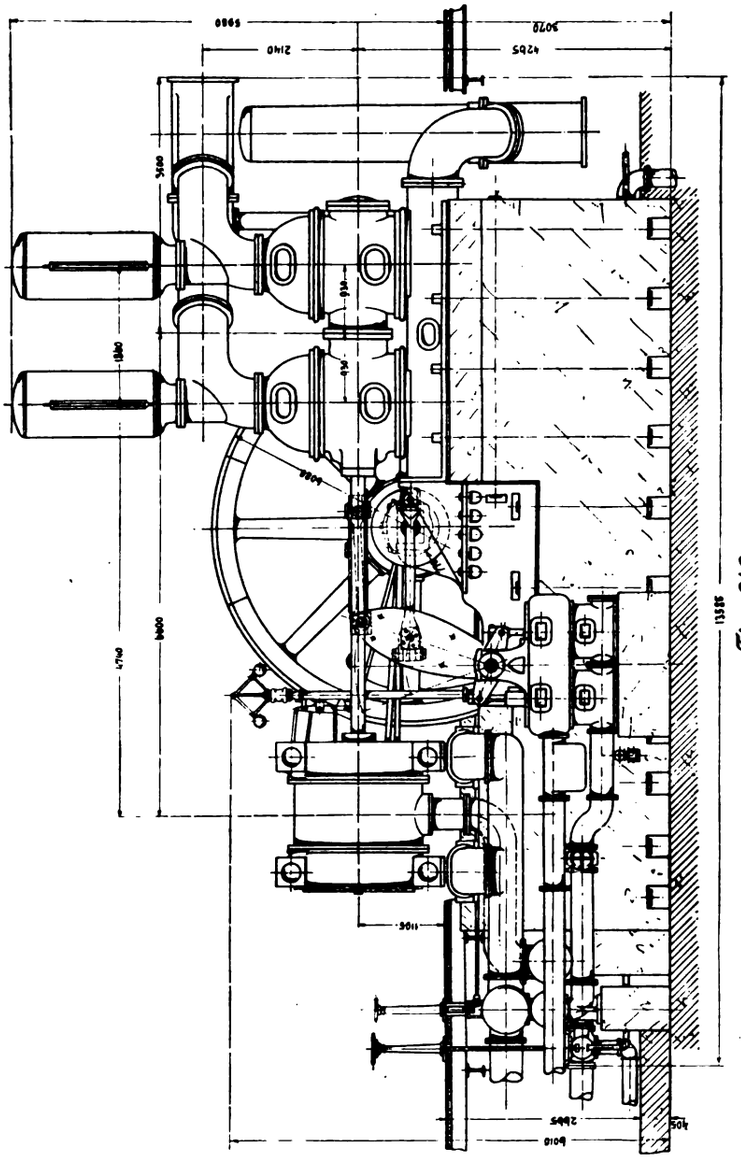


Fig. 214.

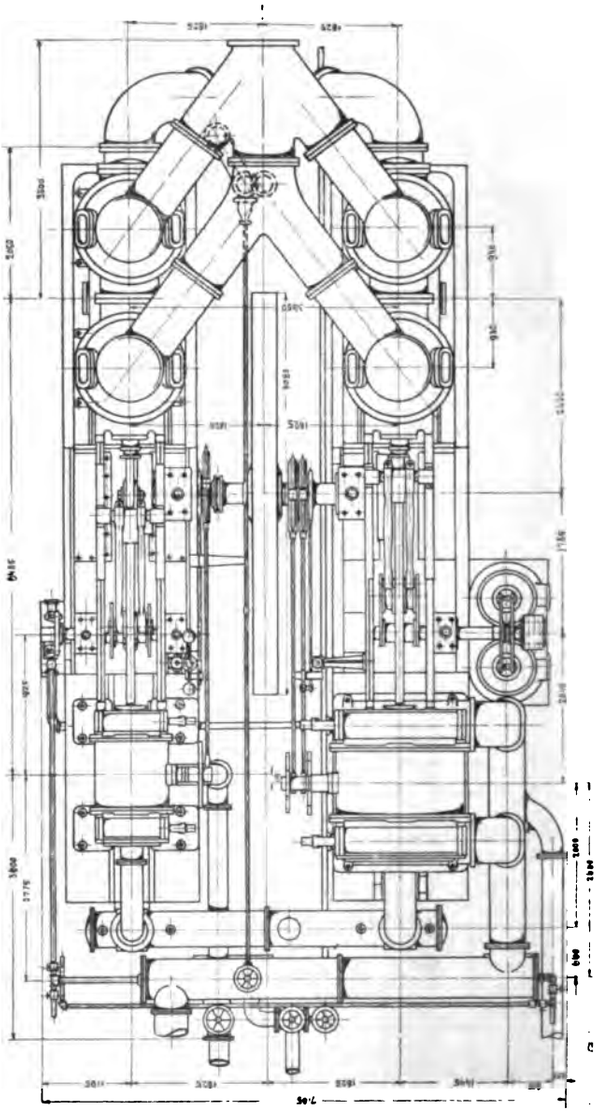


Fig. 216.

Fig. 214 bis 216.

Pumpmaschine der Geo. F. Blake Mfg. Co., Boston.

Wasserwerk Newton, Mass.

Maßstab 1 : 100.

Hoch- und Niederdruckcylinder sind mit Corliss-Steuerung versehen und besitzen Dampfmäntel an Cylindern und Deckeln.

Die gröfste Maschine dieser Art ist ausgeführt im Wasserwerk von Newton, Mass. Die Abmessungen dieser Maschine sind: Hochdruckcylinder 533 mm, Niederdruckcylinder 1066 mm, Doppelplunger 342 mm, gemeinsamer Hub 1016 mm, Kolbenstangen 101 mm Dmr. — Die Druckleitung ist $3^1/_2$ Meilen = rd. 5,6 km lang und hat 510 mm Dmr. Die Druckhöhe einschliefslich des Widerstandes beträgt 72 m. Die Maschine liefert rd. 19000 cbm in 24 Std. Garantirt ist eine Leistung von 115 Mill. Fufspfund = 15900000 mkg.

Bei den Versuchen wurde eine Umdrehungzahl von 37,7 i. d. Min. und eine Leistung von 116700000 Fufspfund = 16140000 mkg erzielt.

A. Riedler.

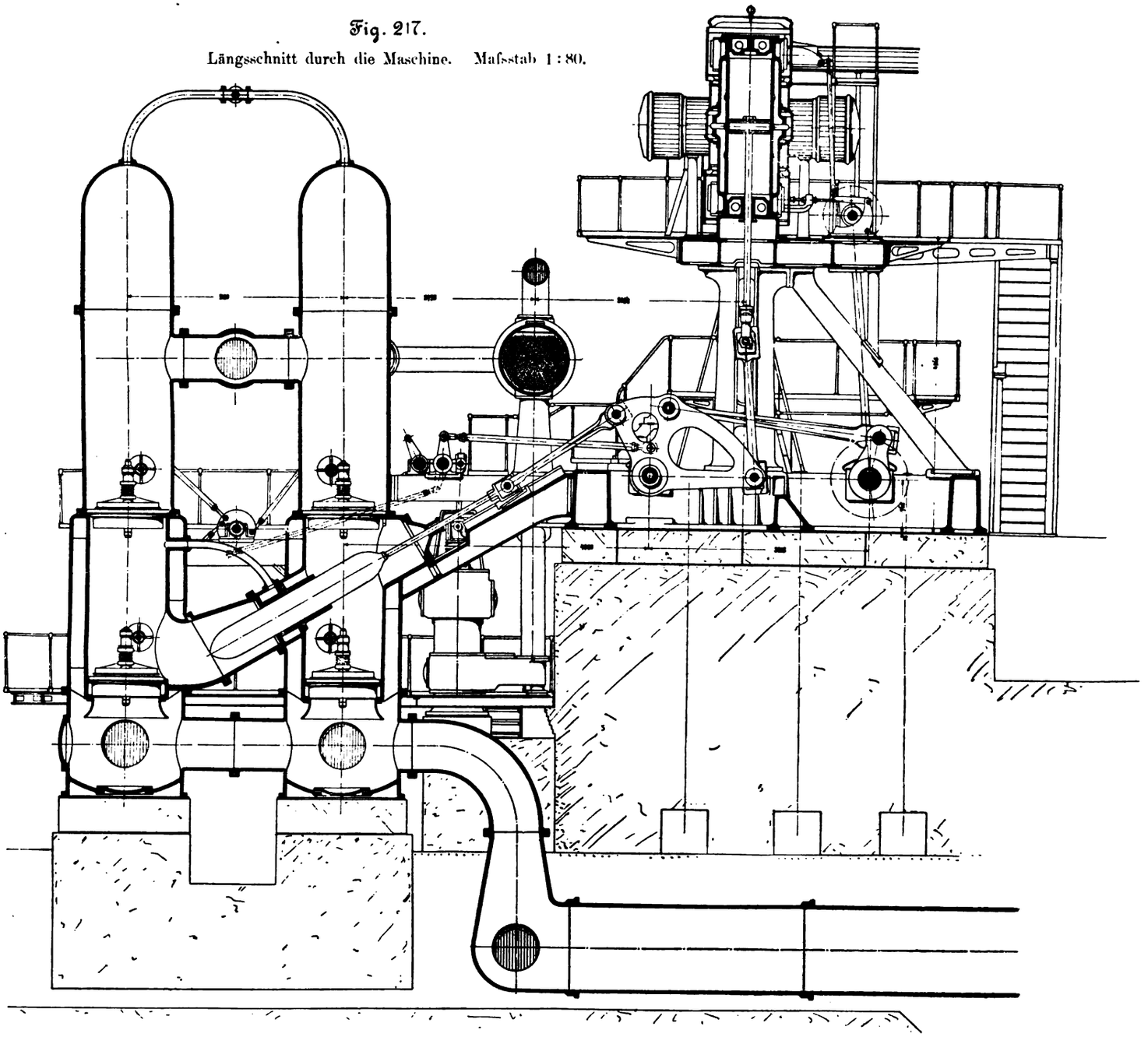
Das Wasserwerk in Boston.

Boston wird durch Flusswasser versorgt, das durch Thalsperren am Cochituate-See und Sudbury-Fluss angestaut wird und unter natürlichem Gefälle dem Sammelbehälter in Brookline für die Versorgung der niedrig gelegenen Stadtteile zufliefst; aufserdem besteht eine Pumpstation neben dem Sammelbehälter für die Versorgung des Hochdruckgebietes der Stadt.

Die ursprüngliche, 1848 angelegte Wasserversorgung war nur auf den Wasserzufluss vom Cochituate-See angewiesen;

Fig. 217.

Längsschnitt durch die Maschine. Mafsstab 1 : 80.



sie bestand im wesentlichen aus der Wasserfassung und einer 14,6 Meilen = 23,5 km langen Zuleitung zum Wasserbehälter oberhalb von Brookline. Dieser Behälter liegt 124′ = 37,8 m über Bostoner Hochwasser, welche Höhe für die Versorgung des niedrig gelegenen Stadtgebietes ausreicht.

1869 wurden die Wasserbehälter auf Chestnut Hill und 1872 die Wasserversorgung vom Sudbury-Fluss hinzugefügt. Die Wasserfassung erfolgt in 4 Stauwerken über einander, welche zusammen einen Wasserbedarf von 120 Tagen decken können; die Zuleitung nach dem Wasserbehälter in Chestnut Hill erfolgt durch eine von der älteren Anlage getrennte gemauerte Leitung von 16 Meilen = 25,8 km Länge. In den Hochbehältern von Chestnut Hill und Brookline wird das Wasser aus beiden Versorgungsgebieten gemischt und in das gemeinsame Versorgungsrohrnetz geleitet. Der durchschnittliche Gesamtbedarf beträgt gegenwärtig 120000 cbm täglich.

Die Einbeziehung von Vororten in das Bostoner Stadtgebiet machte die Wasserleitung vom Mystic-See notwendig.

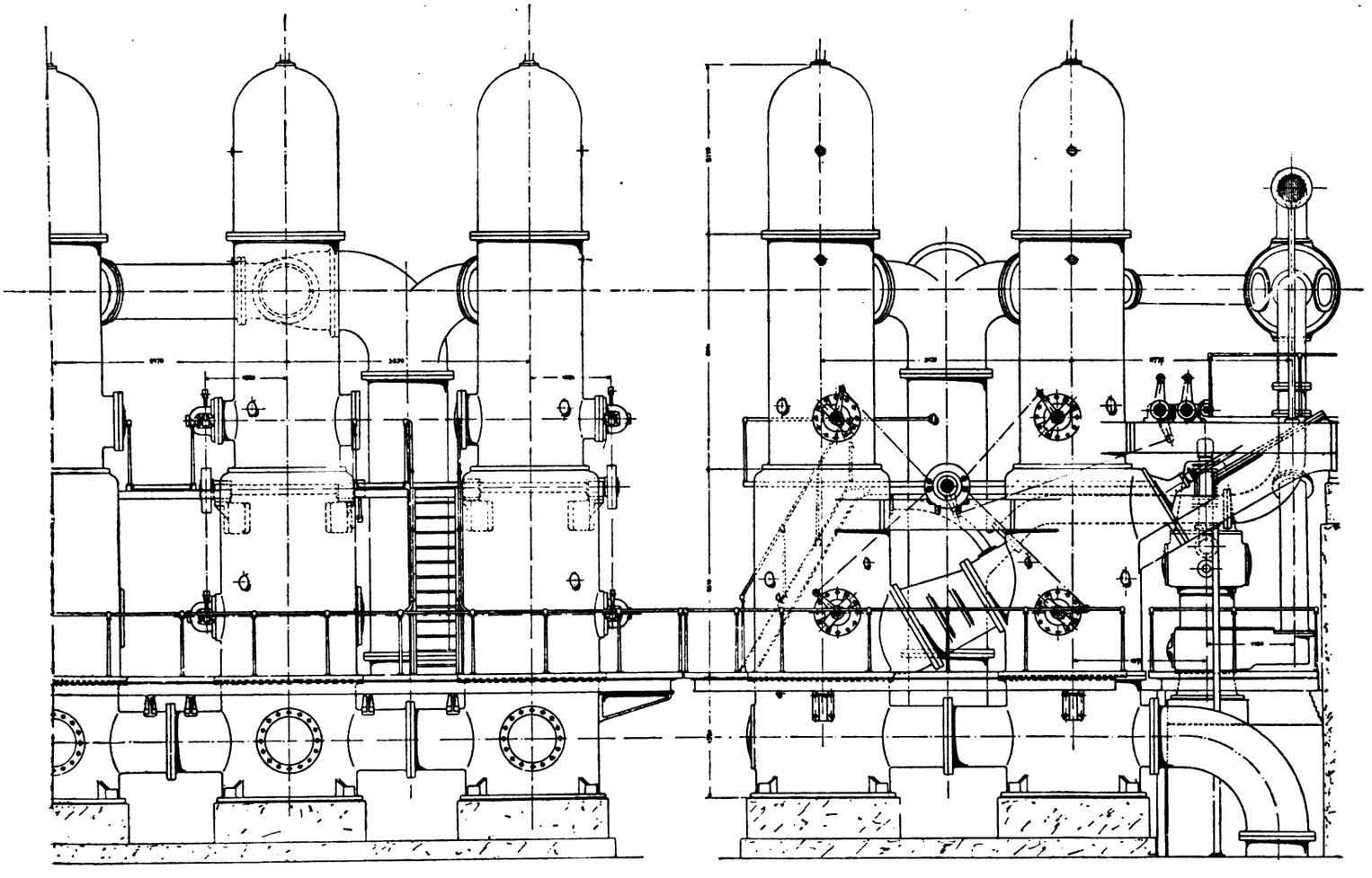
Die 4 Hauptrohrstränge, welche gegenwärtig von den Hochbehältern in Brookline und Chestnut Hill in die Stadt führen, haben 30″, 36″, 40″ und 48″ (762, 914, 1016, 1219 mm) Dmr. und sind unter einander verbunden. Die letzte Rohrleitung von 48″ = 1219 mm Dmr. wurde 1880 gelegt, während die übrigen aus den 50er Jahren stammen. Das Verteilungsnetz ist ungefähr 340 Meilen = 574 km lang und umfasst Rohrleitungen von 16″ bis herab zu 4″ (406 bis 102 mm) Dmr. Das Wasser wird nicht filtrirt.

Die Pumpstation für das Hochdruckgebiet enthält gegenwärtig 2 Holly-Pumpen, jede für eine Leistung von 10 Millionen Gallonen[1]) in 24 Stunden. Die Pumpen reichen für den Bedarf nicht mehr aus, weshalb 1890 die Aufstellung einer neuen grofsen Pumpmaschine für 20 Millionen Gallonen Lieferung beschlossen wurde.

Im allgemeinen ist in Amerika die Zahl der Wasserwerke, welche Maschinen bester Bauart und Leistung verwenden, gering. Ueberwiegend ist die Ersparnis in den Anlagekosten das Entscheidende. In Boston lag bei Entwurf der Neuanlage von vornherein die Absicht vor, für die geplante Erweiterung des Betriebes auf Chestnut Hill für das Hochdruckgebiet eine Maschine vollkommenster Bauart, eine

Fig. 218

Seiten- und Rückenansicht der Pumpe. Mafsstab 1 : 80.



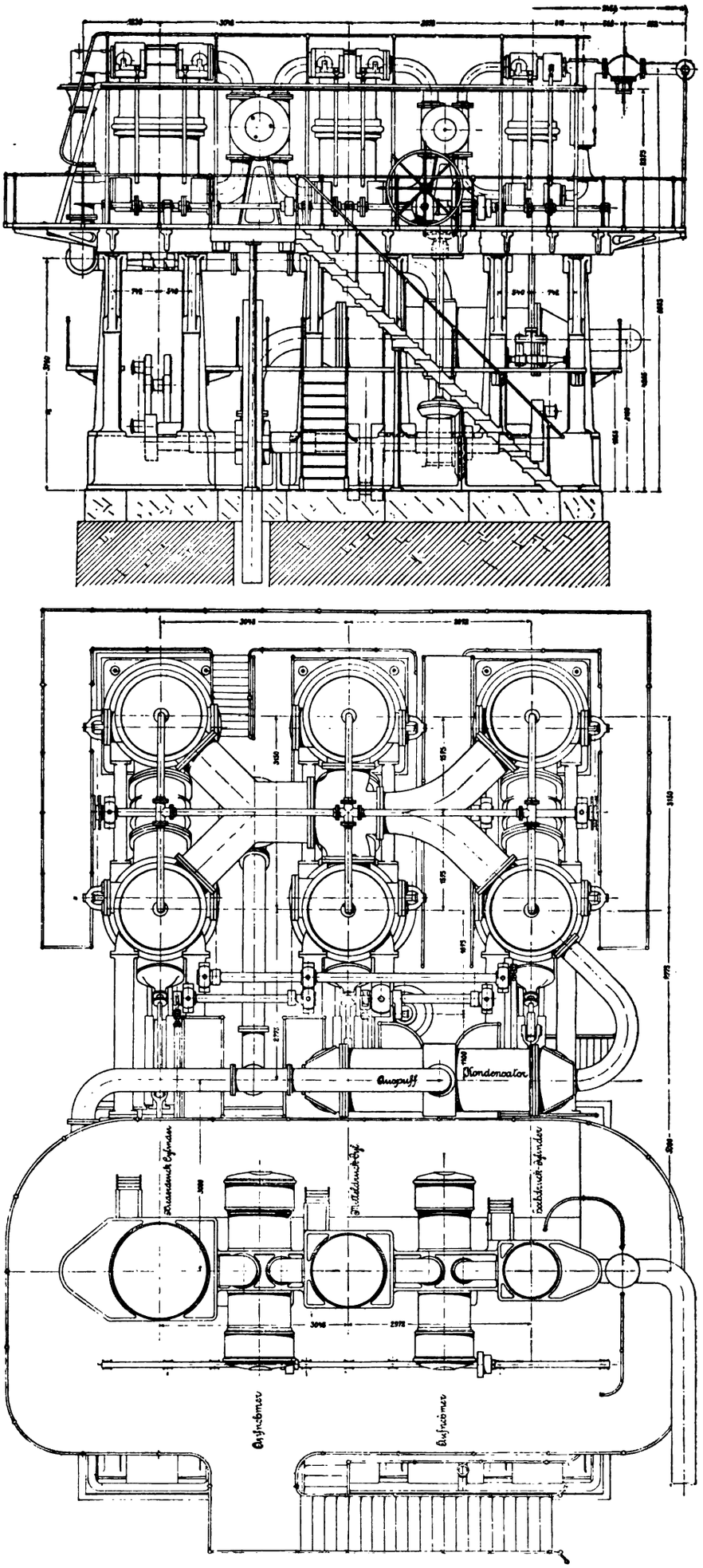
stehende Dreifach-Verbundmaschine, bei raschem Gang und möglichst hoher Leistung, zu beschaffen. Der Entwurf wurde E. D. Leavitt in Cambridge, Mass., anvertraut.

Dreifach-Verbundmaschinen sind bisher für Wasserwerksmaschinen in Amerika wenig ausgeführt worden. Die Allis Co. in Milwaukee hat einige kleine liegende Pumpmaschinen mit drei Dampfcylindern als Zwei-Kurbelmaschinen ausgeführt. Aufserdem besteht eine grofse von Leavitt entworfene Maschine für die Calumet and Hecla Mine, wohl eine der gröfsten bestehenden Pumpmaschinen, mit einer Leistung von 60 Millionen Gallonen.

Für das Bostoner Wasserwerk war beabsichtigt, mit der neuen Pumpmaschine eine Leistung von 140 Millionen Fufspfund = 19,4 Millionen mkg zu erreichen, entsprechend einem Kohlenverbrauch von 1,4 Pfund = 0,6 kg für 1 PS-Std. Der Kohlenpreis am Pumpwerk Chestnut Hill beträgt etwa 4 $ für die Tonne.

[1]) 1 amerikanische Gallone = 3,785 ltr.

Fig. 219 und 220. Vorderansicht der Dampfmaschine und Grundriss der Gesamtanlage. Maßstab 1:90.



Die Ausschreibung der Pumpenlieferung erfolgte unter Zugrundelegung aller Werkzeichnungen im Mai 1892 und ergab folgende Angebote:

Holly Manufacturing Co., Lockport, N. Y. . .	153 950 $
I. P. Moris & Co, Philadelphia	144 239 »
Geo. F. Blake Mfg. Co., Boston	130 000 »
N. F. Palmer & Co. (Quintard Iron Works), New York	124 000 »

Die letztgenannte Firma erhielt den Zuschlag, wobei am Pumpenentwurf noch Vereinfachungen vorgenommen wurden, durch welche sich die Kosten auf 120 500 $ verminderten.

Die Maschine ist gegenwärtig in New York im Bau und wird im Sommer d. J. aufgestellt und in Betrieb gesetzt. Da Schmiedeteile von seiten der Stadt bezw. von Fried. Krupp in Essen geliefert werden, so erhöhen sich die Kosten der Pumpmaschine einschl. der Kosten der Werkzeichnungen auf 145 000 $.

Die eigentümliche Anordnung der Bostoner Pumpmaschine mit schrägliegenden Pumpenkolben ergab sich aus den örtlichen Verhältnissen. Die Maschine musste in das vorhandene Maschinenhaus eingebaut werden, dessen Höhe beschränkt war. Die Fundamente der benachbarten Maschinen durften wegen der Unzuverlässigkeit des Baugrundes nicht berührt werden. Bei freier Entwicklung der Fundamente und des Maschinenhauses würde die ungewöhnliche und kostspielige Anordnung nicht gewählt worden sein. Die Kosten der Maschine wären ohne diese örtliche Beschränkung auch nach amerikanischem Mafsstabe wesentlich geringer geworden.

Trotzdem gewährt diese Anordnung mehrere Vorteile. Die tiefliegende Pumpe schafft geringe Saughöhe und gute Zugänglichkeit, unter allen Umständen eine bessere Anordnung als bei senkrechten Pumpen, die unmittelbar unter den senkrechten Maschinen liegen. Aufserdem kann durch Vermittlung des Balanziers die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens vermindert werden, ohne die vorteilhafteste Geschwindigkeit der Dampfmaschine zu beeinträchtigen. Bei 50 Umdrehungen in der Minute beträgt die minutliche Dampfkolbengeschwindigkeit 600′ = 182,9 m, die Plungergeschwindigkeit nur 400′ = 121,9 m; dies ist die gröfste Kolbengeschwindigkeit, welche bei Pumpen bisher in Amerika angewendet wurde. Die Pumpmaschine in Lawrence hat nur eine Geschwindigkeit von 256′ = 78 m, die Corliss-Maschine in Pawtucket nur eine solche von 250′ = 76,2 m, während die üblichen Worthingtonpumpen nur mit 110′ bis 140′ = 33,5 bis 42.7 m Geschwindigkeit i. d. Min. laufen. Der Einfluss der hohen Kolbengeschwindigkeiten auf den Dampfverbrauch ist selbstverständlich. Um diese hohen Geschwindigkeiten zu erzielen, sind die Pumpen mit gesteuerten Ventilen versehen.

Die Antriebsmaschine ist eine Dreifach-Verbundmaschine von 13,7″ (348 mm) Hochdruck-, 24⅜″ (619 mm) Mitteldruck-, 39″ (991 mm) Niederdruckcylinder und 6′ (1,8 m) Hub, durch Vermittlung von 3 gusseisernen Winkelhebeln 3 geneigt liegende doppeltwirkende Pumpenkolben antreibend, jeden von 17½″ (444 mm) Dmr. und 4′ (1,2 m) Hub.

Die Werkzeichnungen bilden einen Bestandteil der Lieferungsausschreibung, welcher aufserdem vollständige Material- und Gewichtsverzeichnisse beigegeben waren. Die allgemeine Anordnung der Maschine ergiebt sich aus Fig. 217: Längsschnitt durch die Maschine, Fig. 218: Seiten- und Rückansicht der Pumpe, Fig. 219: Vorderansicht der Dampfmaschine und Fig. 220: Grundriss der Maschine.

Die oben liegenden Dampfcylinder werden von einem Rahmen getragen, welcher durch 6 senkrechte Säulen und schräge Ständer unterstützt wird. Die Einzelheiten der senkrechten Maschinenständer sind in Fig. 221 besonders dargestellt. Diese Ständer sind auf einer gemeinsamen schweren Grundplatte befestigt.

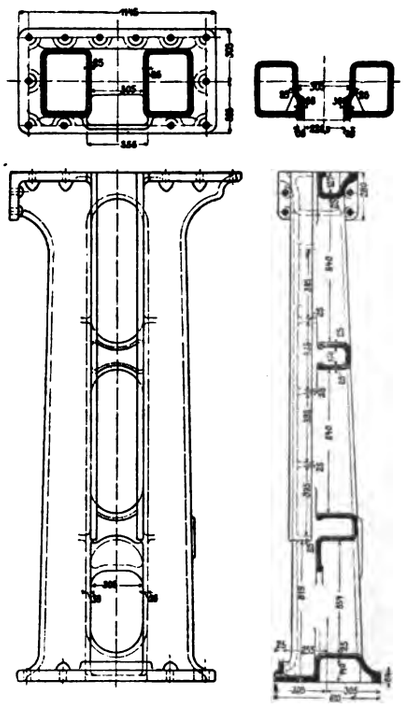
Ein- und Ausströmung erfolgen durch Leavittsche Gitterschieber, die durch unrunde Scheiben von einer wagerechten Steuerungswelle betrieben werden.

Der Vorteil dieser Steuerung mit mehrfach geschlitzten flachen Gitterschiebern mit kurzem Hub liegt in der raschen Eröffnung und dem raschen Schluss bei kurzem Steuerungsweg, geringem schädlichem Raum, geringer Drosselung und beliebiger Verstellung von 0 bis zur gröfsten Füllung. Die Verstellung erfolgt durch gegenseitige Verdrehung der Antriebsdaumen der Einlasssteuerung selbstthätig vom Regulator aus. Bei 5 pCt Füllung ergiebt die Steuerung schon volle

Fig. 221.

Maschinenständer.

Mafsstab 1 : 40.



Kanalöffnung. Der Regulator steuert einen Wasserdruckhilfscylinder. Gitterschieber sind wegen Sicherung der Dichtheit angewandt und haben sich in etwa 20jährigem Betriebe bewährt, wobei jedoch hervorgehoben werden muss, dass die Sitze und Schieber mit ungewöhnlicher Sorgfalt hergestellt sind. Beide sind verhältnismäfsig stark ausgeführt, aus härtestem Eisen, und sorgfältig aufgeschabt. Bei minderwertiger Ausführung ist die Dichtheit nicht zu erzielen.

Die schädlichen Räume betragen 3 bis 4 bezw. 5 pCt für die 3 Dampfcylinder der Dreifach-Verbundmaschine, während bei Kolbenschiebern bei der für die Bostoner Maschine verlangten Geschwindigkeit die schädlichen Räume über 10 bis 15 pCt betragen würden. Ueber Leergangswiderstände grofser Maschinen solcher Bauart, welche seit langem in Betrieb sind, werde ich noch nähere Angaben nachtragen.

Die Gitterschieber sind zwar nicht entlastet; bei sorgfältiger Herstellung und aus den unten noch näher angegebenen Gründen ist die Reibung jedoch sehr gering. Die Abnutzung der Gitterschieber ist unbedeutend, da die Auflageflächen aufserordentlich grofs sind.

Da die Kompression nahe bis an die Einlassspannung getrieben wird, so ist der Schieber im Augenblicke seiner Eröffnung nahezu entlastet. Dann folgt der kurze Eröffnungsweg, während dessen allein Reibung zu überwinden ist. Dies erklärt den sehr geringen Betrag der Leergangsarbeit und die geringe Abnutzung. Desgleichen ist während des Schlusses des Gitterschiebers keine Dampfpressung zu überwinden. Dies unterscheidet insbesondere diese Steuerung wesentlich von dem gewöhnlichen Muschelschieber. Auch die Auslassschieber sind während der Eröffnung fast vollständig entlastet, da die Steuerung auf möglichst geringen Spannungsabfall eingestellt ist. Die Steuerung wirkt bei zweckmäfsiger Form der Steuerungsdaumen auf die Schieber nur am Ende jeden Hubes, während des Wechsels der Dampfverteilung; dann

bleibt der Schieber in Ruhe. Dies ist mit der wesentlichste Vorteil der Steuerung durch Kurvenbahnen.

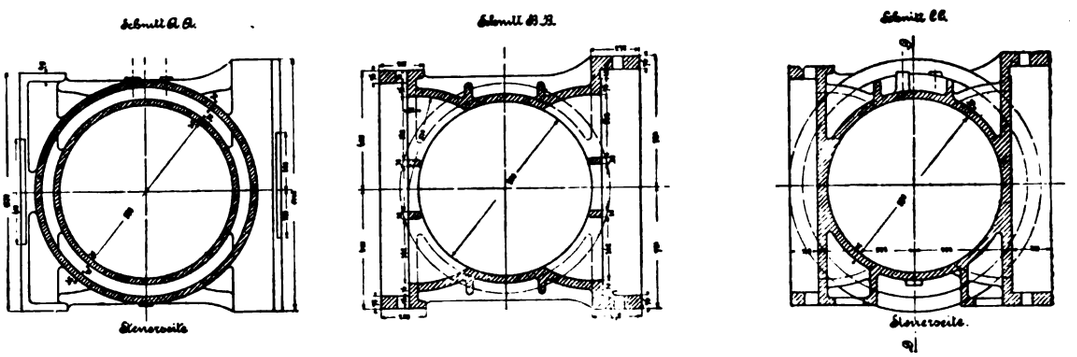
Wie gering die Schieberreibung bei sorgfältiger Ausführung ist, geht daraus hervor, dass bei der ersten Ausführung der Maschinen der Dampfdruck von 5 Atm. auf den Querschnitt der Schieberstange von 22 mm Dmr. Schieber von 500 qcm selbstthätig schloss. Um dies zu verhindern, wurden bei den späteren Steuerungen durchgehende Schieberstangen verwendet.

Die Dampfabsperrung im Mittel- und Niederdruckcylinder ist unveränderlich. Die im Hochdruckcylinder erfolgt, wie schon erwähnt, durch den Regulator, der mit einer hydraulischen Hilfssteuerung versehen ist. Diese verschiebt die Einlassdaumen auf einer Spiralnut auf der Steuerwelle. Ueber die konstruktiven Einzelheiten der Leavitt-Steuerung werde ich in einem späteren Berichte im Zusammenhange mit gröfseren Maschinenausführungen berichten und Einzelheiten der Schieber angeben.

Fig. 222 bis 225. Bauart der Dampfcylinder.

Fig. 222.

Mafsstab 1 : 40.



Mafsstab 1 : 15.

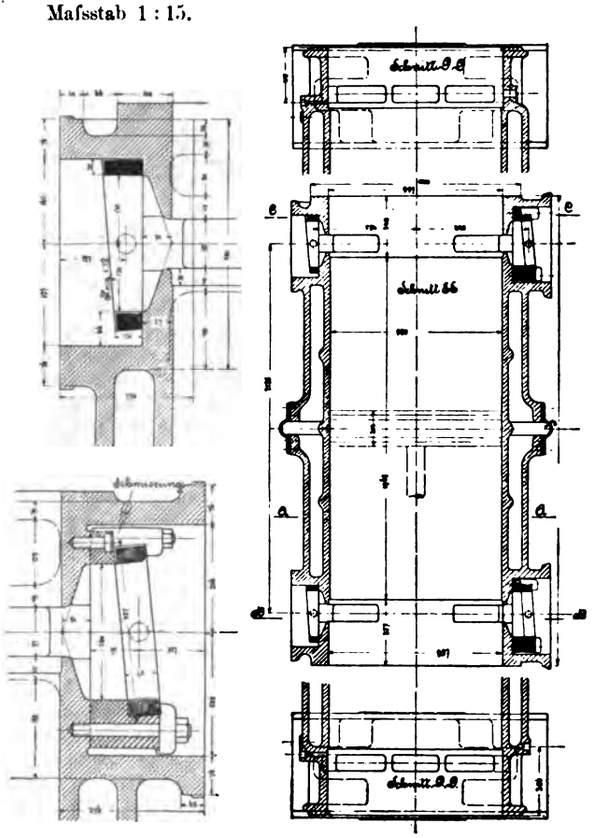


Fig. 224. Fig. 223.

Ansicht der Steuerseite. Ansicht der Auslassseite.

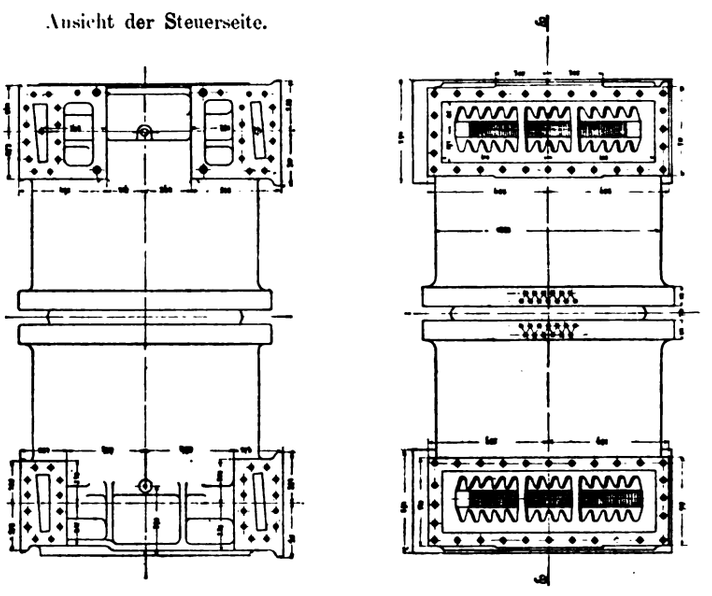


Fig. 225.

Der Dampf strömt vom Zuströmungsrohr durch einen Wasserabscheider, dann in den Hochdruckcylinder. Vor und hinter dem Mitteldruckcylinder sind die Aufnehmer (siehe Grundriss Fig. 220) mit geheiztem Rohrsystem angebracht. Die Heizung in den Aufnehmern erfolgt durch frischen Kesseldampf bei 185 Pfd. = 13 kg/qcm Pressung im Innenraum der Röhren; der Arbeitsdampf umspült die Röhren von aufsen.

Alle Cylinder haben Dampfmäntel und geheizte Deckel und Böden. Hoch- und Mitteldruckcylinder erhalten in den Mänteln frischen Kesseldampf, der Niederdruckcylinder Dampf von 100 Pfd. = 7 kg/qcm Spannung. Die mit frischem Kessel-

dampf geheizten Mäntel sind mit Entwässerung versehen, welche das Kondensationswasser unmittelbar in die Kessel zurückfliefsen lässt. Der Dampf für die Dampfmäntel und sonstige Hilfszwecke wird durch ein 65 mm weites Rohr von der Hauptleitung abgezweigt. Die Umhüllung der Cylinderröhren und Aufnehmer war genau vorgeschrieben und, wie in Amerika üblich, mit sehr grofser Sorgfalt ausgeführt.

Der Niederdruckcylinder ist durch eine besondere selbstthätige Vorrichtung entwässert, die das Wasser in die Vorwärmer liefert.

Die Bauart der Dampfcylinder ist in Fig. 222 bis 225 dargestellt. Die Dampfmäntel sind mit den Arbeitscylindern zusammengegossen und zur Sicherung der Ausdehnung in der Mitte geteilt; die Teilungsfuge ist durch eine aufgenietete elastische Lasche, Fig. 226, überspannt. Für die Ausführung war vorgeschrieben, dass die Cylinder vom härtesten Eisen herzustellen und in senkrechter Stellung mit einer Bohrspindel von mindestens 203 mm Dmr. anzubohren sind.

Aufserdem waren Einzelvorschriften für die Bearbeitung der Schieber und Schieberspiegel gegeben, für deren Herstellung ein Musterschieber mit Spiegel zur Verfügung stand und gleiche Sorgfalt der Ausführung, also ein bestimmtes Mafs, verlangt wurde. Ventilschieber und Schiebersitze sind

Fig. 226.

Manteldichtung. Mafsstab 1 : 10.

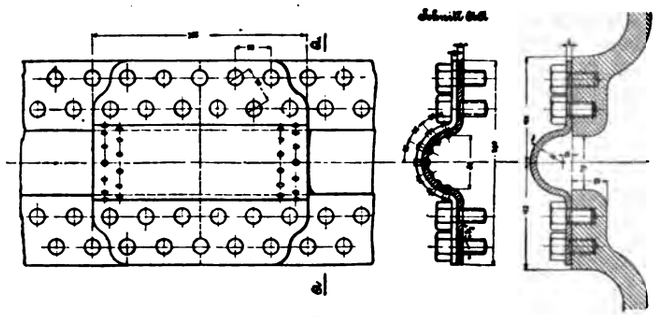


Fig. 227 bis 229. Schwinge.

Fig. 227. Mafsstab 1 : 25.

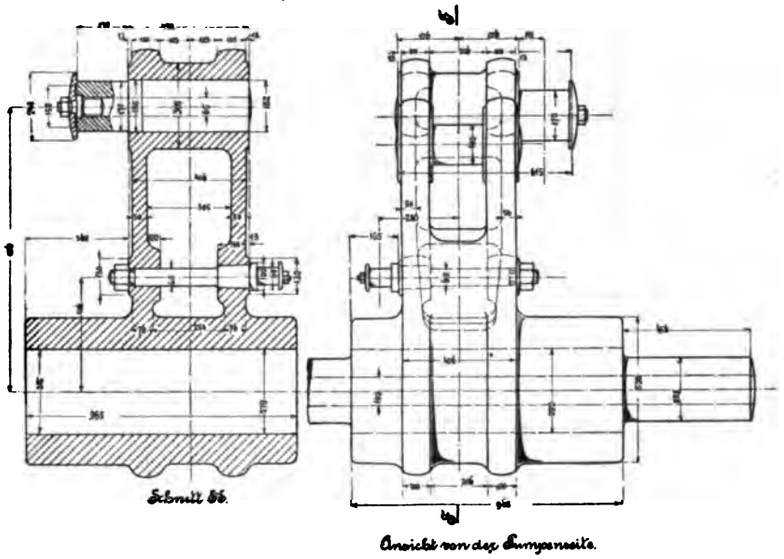


Fig. 228. Mafsstab 1 : 25.

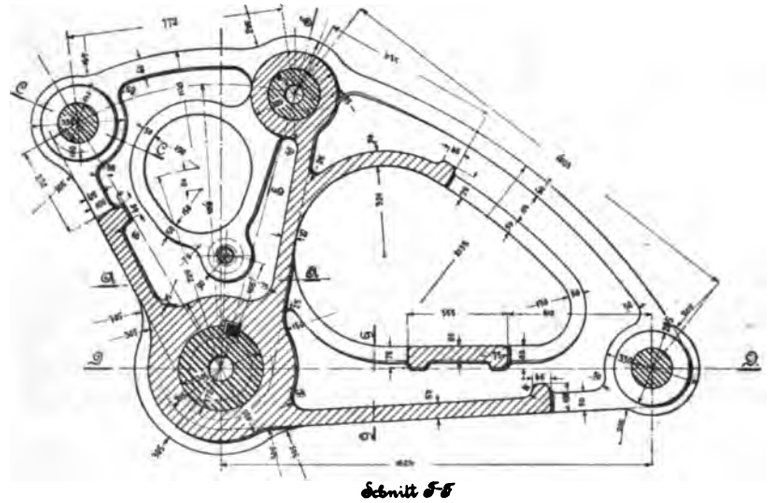
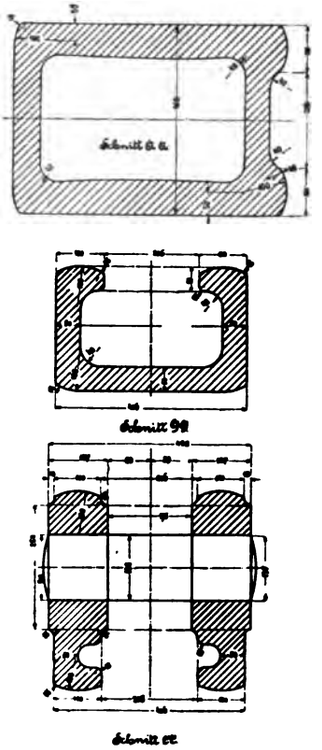


Fig. 229.

Mafsstab 1 : 15.



aus härtestem Gusseisen hergestellt, dessen Qualität ebenfalls vorgeschrieben war. Die geschlitzten Gitterschieber sind im Sitz und in den Führungen mit aufserordentlicher Sorgfalt aufgeschabt. Die Ventile mussten bei Dampfspannung von 185 Pfd. = 13 kg/qcm im Hochdruckcylinder, 50 Pfd. = 3,5 kg/qcm im Mitteldruck- und 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm im Niederdruckcylinder völlig dicht sein. Ebenso waren aufgeschabte Cylinderdeckel und Ventilkastendeckel verlangt.

Der schädliche Raum beträgt im Hochdruckcylinder oben und unten 3 pCt, im Mitteldruckcylinder oben 3,8 pCt,

unten 3,7 pCt, im Niederdruckcylinder oben 5,2 pCt, unten 5,23 pCt.

Der Antrieb der Leavitt-Steuerung erfolgt durch unrunde Scheiben aus gehärtetem Stahl, die nach der Härtung geschliffen sind. Für die Ausführung wurden genaue Zinkschablonen geliefert, wovon ein Original zwecks Prüfung zurückbehalten wurde. Für die doppeltwirkenden Daumen waren das Mafs, der zulässige Spielraum und die Art der Berührung auf beiden Seiten vorgeschrieben. Ich erwähne diese Einzelheiten deshalb, um zu zeigen, dass in Fällen, wo wirklich ungewöhnlich sorgfältige Arbeit verlangt wird, der Ingenieur für das Verlangte nicht Worte, sondern ein Mafs, eine Zahl setzen muss. Die Superlative von »genauester« und »absolut genauer« Herstellung, die bei uns um so wuchtiger gebraucht werden, je mehr das Submissionsverfahren dem Billigsten das Vorrecht einräumt, sind einfach unsinnig; nur die Angabe des bestimmten Mafses ist sachlich richtig.

Die Kreuzköpfe der Maschine sind senkrecht geführt und durch Lenker mit den Winkelhebeln verbunden. Von letzteren erfolgt durch eine Lenkstange der Pumpenantrieb unter ungefähr 30° schräg nach abwärts; die Maschinenschubstangen sind nach der entgegengesetzten Seite mit der Kurbel verbunden. Aufserdem ist durch die Winkelhebel die Verminderung des Maschinenhubes von $6' = 1{,}8$ m auf $4' = 1{,}2$ m

Fig. 230 bis 233. Oberflächenkondensator. Mafsstab 1 : 25.

Fig. 230.

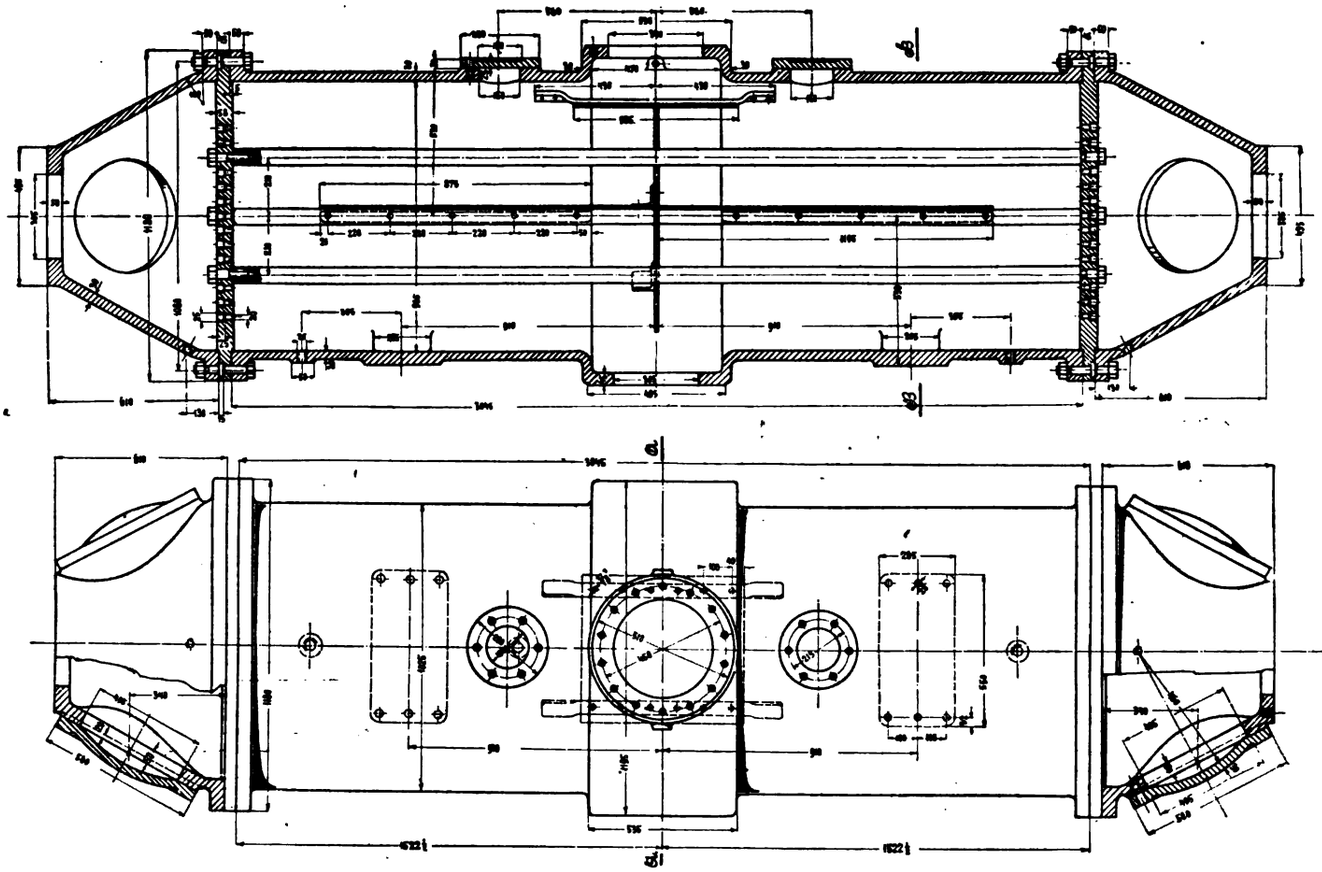


Fig. 232.

erreicht. Gleichen Hub, $4' = 1{,}2$ m, hat die Maschinenkurbel. Die Einzelheiten des Winkelhebels sind in Fig. 227 bis 229 dargestellt. Die Herstellung erfolgt in Kanonengusseisen. Alle Zapfen sind in die Schwinge genau eingeschabt, und auf die Herstellung gerade dieses Maschinenteils ist die allergröfste Sorgfalt verwendet. Jeder Dampfcylinder arbeitet durch Vermittlung eines Winkelhebels auf je 1 Kurbel, bei 120° Versetzung der 3 Kurbeln. Die Niederdruckkurbel eilt vor; ihr folgen die Zwischenkurbel und die Hochdruckkurbel. Die mittlere Kurbel ist als Kröpfung ausgeführt. Die Unterstützung der Kurbeln erfolgt durch vier Lager. Zwischen 2 Lagern ist das Schwungrad, zwischen den beiden anderen der Räderantrieb für die Steuerung angebracht.

Die Pumpen sind auf einem tiefer liegenden Mauerkörper fundirt und mit der Dampfmaschine durch das Führungsstück starr verbunden. Den untersten Teil des Pumpenkörpers bilden die Saugwindkessel; sämtliche Saugwindkessel sind unter einander verbunden und senkrecht nach oben geführt, um möglichst gering bewegte Wassermassen unter dem Saugventil zu erhalten. Ueber den Druckventilen sind Windhauben angebracht, ebenfalls durch Luftleitungen unter einander verbunden.

Die Saug- und Druckventile sind senkrecht über einander angebracht. Jedes Pumpenende besteht aus 4 Gussstücken: Grundplatte, unterem Ventilkasten, oberem Ventilkasten und Luftpumpe.

Der Pumpenplunger erhält keine besondere Dichtung, sondern ist in einen eingesetzten Cylinder aus Phosphorbronze genau eingepasst und nur durch Wasserrinnen gedichtet. Für die Ableitung der Luft im oberen und unteren Teil des

schräg liegenden Pumpencylinders sind besondere Röhren angebracht.

Für die Ausrüstung der Pumpe wurden vorgesehen: $1^1/_2$" (38 mm-) Verbindungsröhren mit allen Saugwindkesseln zum Aussaugen der Luft vor dem Anlassen der Pumpen mit einem 3" (76 mm-) Ejektor, der mit der Dampfleitung verbunden ist; 2 einzöllige (25 mm-) Wasserstandsgläser an jedem Pumpenende, eines für den Wasserstand im Saugwindkessel, das andere für die Windsäulen; zweizöllige (51 mm-) Verbindungsröhren am oberen und unteren Pumpenkörper zur städtischen Wasserleitung zum Auffüllen der Pumpenräume vor dem Anlassen.

Fig. 231.

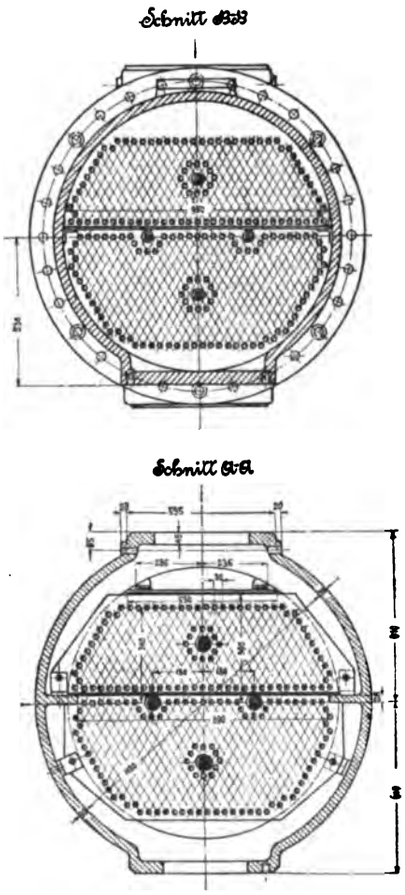


Fig. 233.

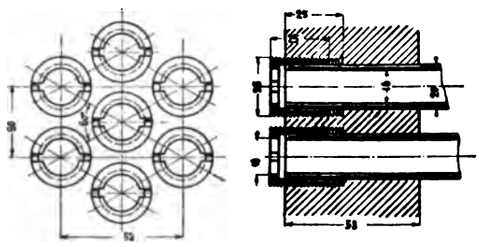
Die Ventilsteuerung der Riedler-Pumpen erfolgt von den Balanziers der Nachbarmaschine aus durch die Vermittlung von Hebeln und durchlaufenden Wellen, von welchen die Bewegung auf eine Schwingscheibe der Nachbarmaschine übertragen wird, und von dieser Schwingscheibe wird die Schlussbewegung durch Stangen und Hebel auf die Ventile übertragen.

Die Anordnung der Druckröhren ist so getroffen, dass der gröfste Teil des gepumpten Wassers unmittelbar vom Druckventilkasten in die Hauptleitung geht; ein Teil des Wassers wird jedoch mittels Hochdruckpumpe eines besonderen Rohres durch den Oberflächenkondensator gedrückt. Letzterer sollte wegen der grofsen Saughöhe nicht in das Saugrohr gelegt werden. Um diesen Durchfluss des Wassers durch den Oberflächenkondensator zu sichern und beliebig zu regeln, ist ein Drosselventil im Hauptdruckrohr angebracht, welches den für die Durchströmung erforderlichen Ueberdruck zu erzeugen hat. Das Ausflussrohr des Oberflächenkondensators ist unter Maschinenhaussohle wieder mit dem Hauptdruckrohr verbunden.

Der Oberflächenkondensator, Fig. 230 bis 233, enthält innerlich verzinnte Röhren von $^3/_4$" = 19 mm Dmr.; die Verpackung der Röhren erfolgt durch Baumwolle mit aufgeschraubten Stopfbüchsen, Fig. 234.

Fig. 234.

Mafsstab 1 : 3.



Zur Reinigung des Kondensators sind Verbindungen mit der Dampfleitung hergestellt, sodass man den Kondensator auskochen kann. Der Kondensator wird vor der Verwendung auf der Vakuumseite mit 10 Pfd. = 0.7 kg/qcm Druck, auf der Wasserseite mit 75 Pfd. = 5.3 kg/qcm Druck geprüft und muss dabei vollständig dicht sein.

Unmittelbar unter dem Kondensator ist eine einfachwirkende Luftpumpe angebracht, die durch die Uebertragungswelle der Pumpensteuerung angetrieben wird.

Die normale Umdrehungszahl der Maschine beträgt 50 i. d. Min.; entsprechend einer Pumpenleistung von 20 Millionen Gallonen in 24 Stunden, bei einem Wasserdruck von 55 Pfd. = 3,9 kg/qcm.

Von der ausführenden Maschinenfabrik war die Lieferung und Aufstellung der Maschine verlangt; jedoch mussten die geschmiedeten Stahlteile von Friedr. Krupp in Essen bezogen werden. Zu diesen Stahlteilen, welche teils fertig bearbeitet, teils vorgedreht geliefert wurden, gehören: alle Wellen, Kurbeln, Schubstangen, Kolbenstangen, Lenkstangen, Kreuzköpfe, die Tragachsen für den Winkelhel. Die Kurbelwellen wurden mit nicht aufgezogenen Kurbeln, jedoch fertig bearbeitet, geliefert; die Bohrung zur Aufnahme des Kurbelzapfens wurde später ausgeführt. Alle diese Schmiedeteile wurden in Oel gehärtet geliefert und mit geschliffenen Laufflächen versehen. Für die Genauigkeit der Ausführung waren besondere Vorschriften gemacht.

Auch die gusseisernen Schwingen aus Kanoneneisen, Fig. 227 bis 229, wurden der Maschinenfabrik, und zwar in unbearbeitetem Zustande, geliefert.

Alle Hauptlager sind mit Weifsmetall ausgefüttert, vierteilig und stellbar. Besonders sorgfältiges Einschaben der Wellen in die Lager war vorgeschrieben und Prüfung aller Ausführungen durch einen besonderen Inspektor vorbehalten und durchgeführt.

Für den hydraulischen Regulator ist ein Druckbehälter angebracht. Eine besondere 4zöllige (102 mm-) Duplexpumpe hat den erforderlichen Betriebsdruck für den Regulator zu liefern. Statt Wasser wird für diese Druckübertragung Oel verwandt, welches in einem unter der Pumpengallerie angebrachten Behälter vorrätig gehalten wird.

Mit besonderer Sorgfalt wurde erstrebt, alle einzelnen Teile von den Gallerien zugänglich zu machen. Gleiche Sorgfalt wurde auf die Ausbildung der Schmiervorrichtungen verwandt, welche ausschliefslich auf Oelschmierung eingerichtet sind. Ferner wurden alle Armaturen möglichst übersichtlich angebracht, worauf bei den amerikanischen Maschinen in der Regel weitaus mehr geachtet wird als bei uns.

Zu diesen Armaturen, die in reicher Ausstattung und sehr guter Ausführung geliefert werden, gehören u. a.: alle Indikatoreinrichtungen, grofse, übersichtlich angeordnete Manometer für alle Dampfkammern, Luftpumpen, Kondensatoren und Wasserpumpen, grofse Sekundenuhr, Quecksilbermanometer für Luftpumpe und Saugpumpe, Aufschrift, Thermometer für Dampfleitung, Zwischenleitung, Niederdruckleitung, Zirkulationsröhren zum und vom Kondensator und Thermometer für das Warmwasser, die Heizungseinrichtungen nach besonderer Vorschrift, Sicherheitsventile für Hauptdampfleitung, Niederdruckleitung und alle Aufnehmer.

Die beigefügten Skizzen sind für die Beurteilung der Anordnung der Maschine ausreichend; über weitere Einzelheiten der Maschine werde ich im Zusammenhang mit ähnlichen gröfseren Maschinen gelegentlich Näheres berichten, desgleichen über diejenigen Einzelheiten dieser Maschine, welche europäischen Ursprunges sind.

A. Riedler.

Die Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube.

Die grofsartigen Leistungen des amerikanischen Maschinenbaues, insbesondere in konstruktiver Richtung, liegen durchaus nicht auf der Heerstrafse der flüchtigen Besucher, welche leider auch auf technischem Gebiete mehr oder weniger einen Bädeker-Gänsemarsch einhalten. Gerade die allerbedeutendsten Leistungen liegen abseits und wollen aufgesucht und studirt sein. Viele sind zum teil fast unbekannt, und Veröffentlichungen darüber sind entweder dürftig oder gar nicht vorhanden. Ich benutze daher die mir gewährte Ermächtigung zur Veröffentlichung einiger Angaben und Skizzen über solche Anlagen, insbesondere über die gröfsten aller amerikanischen Maschinenanlagen, die der Calumet und Hecla-Kupfergrube am Oberen See, und dies um so lieber, als die grofse Ausstellung in Chicago nichts bietet, was maschinentechnisch mit dieser Anlage überhaupt verglichen werden könnte.

Ich möchte jetzt schon vorausschicken, dass derjenige, welcher hier nur als Konstrukteur und nur in der Ausstellung Studien treiben will und etwa gar reiche Belehrung und Erfahrungen schwarz auf weifs in der Tasche zurückzubringen hofft, sehr enttäuscht zurückkehren wird, da die Ausstellung auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues aufserordentlich wenig, in mancher Richtung überhaupt nichts bietet. Dies wird auffällig scheinen, ist aber eine Thatsache.

Es ist vielleicht zweckmäfsig, von vornherein hervorzuheben, dass gute Maschinenanlagen in Amerika durchaus nicht massenhaft, sondern, wie überall, nur vereinzelt und noch viel spärlicher als bei uns zu finden sind. Nur der Umfang des Maschinenbetriebes ist hier ein riesiger, die Ausbildung der Maschinen und die Anpassung an gegebene Verhältnisse aber sind, wie auch die Ausstellung lehrt, nur in der Minderheit der Fälle gründlich und vollkommen.

Die Begründung hierfür einem Bericht über die Ausstellungsmaschinen vorbehaltend, will ich zunächst die erwähnte grofse Maschinenanlage in Calumet, Michigan (richtiger Red Jacket), im wesentlichsten Zusammenhange und in den Einzelheiten beschreiben, da diese bis jetzt nur einem kleinen Kreise von Fachleuten bekannt sind.

Die Kupfergruben der Calumet and Hecla Mine wurden anfangs der 70er Jahre von Agassiz, dem Sohne des bekannten Naturforschers, aufgeschlossen und sind seit 1876 unter Mitwirkung von E. D. Leavitt in Cambridge, Mass., als beratendem Ingenieur der Gesellschaft, mit Maschinenanlagen ausgestattet worden, welche nicht nur die grofsartigsten des Bergbaubetriebes, sondern aller irgendwo bestehenden Maschinenanlagen überhaupt sein dürften, sowohl was die Gröfse — im ganzen 30 000 PS —, als auch was die maschinentechnische Durchbildung anbetrifft. Die verwendeten Maschinen sind hinsichtlich Bauart und Ausführung ausnahmslos ersten Ranges und für den Konstrukteur von höchstem Interesse. Darüber, ob die ungewöhnlich vollkommenen und kostspieligen Anlagen den gegebenen Betriebsverhältnissen gegenüber eine wirtschaftliche Notwendigkeit sind, kann ich mir ein Urteil nicht erlauben.

Die örtlichen Verhältnisse lassen sich kurz durch folgendes kennzeichnen.

Durch die vereinigten Calumet und Hecla-Gruben wird ein mächtiger regelmäfsiger Kupfergang aufgeschlossen. Der Abbau wurde vor etwa 20 Jahren begonnen; gegenwärtig sind 17 in einer Reihe liegende tonnlägige Schächte, von denen 14 in Betrieb stehen, und aufserdem ein neuer, in der Abteufung begriffener saigerer Schacht vorhanden. Der Erzgang (Konglomerat mit gediegenem reinem Kupfer in den Gesteinsfugen) ist 2,4 bis 10,7 m mächtig und fällt auf eine flache Länge von bisher 2100 m fast genau unter 38° ein. Verwerfungen oder überhaupt nennenswerte Unregelmäfsigkeiten kommen nicht vor. Nur hier und da schafft ein ungewöhnlicher Block von gediegenem Kupfer einige Abbauschwierigkeiten, da sich solche Blöcke nicht sprengen lassen, sondern mühsam abgebrochen werden müssen.

Die Maschinenanlagen liegen 200 m über dem Spiegel des Oberen Sees bezw. 483 m über Meeresspiegel. Der neu abgeteufte senkrechte Schacht in Red Jacket erreicht den Erzgang in 1006 m und hat eine saigere Tiefe von bisher 914 m und soll auf 1500 m nachgeteuft werden. Für den Aufschluss von diesem Schacht aus werden grofse Querschläge mit Maschinenförderung angelegt. Die tonnlägigen Schächte haben bisher eine flache Tiefe von 1500 bis 1800 m.

Die alte Anlage mit tonnlägigen Förderschächten umfasst die Calumet-Schächte 1 bis 5 und die Hecla-Schächte 1 bis 12 in folgender Reihenfolge:

Calumet-Schächte: 5, 4, 3, 2, 1.

Hecla-Schächte: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Die Entfernung der Schächte von einander beträgt 237 m. Calumet 1 und 3 und Hecla 1, 4 und 5 sind teils ausgebrannt, teils aufser Betrieb.

Alle Calumet-Schächte und Hecla-Schacht 2, welche früher mit getrennten alten Maschinenanlagen versehen waren, werden gegenwärtig durch ein Maschinenhaus »Superior« bedient. Von hier wird die gesamte Förderung und der Betrieb der Hilfsmaschinen (Luftkompressoren) besorgt. Für diesen dient aufserdem noch das grofse Maschinenhaus »Frontenac« mit 4 grofsen Luftkompressoren und dazu gehörigen Betriebsmaschinen.

Die Hecla-Schächte 3 bis 6 haben ein gemeinsames Fördermaschinenhaus »Gratiot« mit 3 grofsen Fördermaschinen. Die südlich gelegenen Hecla-Schächte werden teils durch alte Einzelanlagen, teils durch die neue Maschinenanlage »Hancock« bedient.

Die neue grofse Förderanlage in Red Jacket mit den neuen Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« und Reserve- bezw. Abteufmaschinen ist nahezu vollendet und wird künftig die Hauptförderung übernehmen.

Zu der Grubenanlage gehören noch mehrere grofse Wasserwerke in der Nähe der Calumet-Schächte und am See und zahlreiche Nebenbetriebe, aufserdem die grofse Stampf- und Aufbereitungsanlage am Linden-See

nebst grofsem Wasserwerk. Die hüttenmännische Verarbeitung erfolgt in der Kupferschmelzhütte in der Nähe der Aufbereitung am Linden-See. Zur Unternehmung gehört ferner ein grofses Schmelzwerk in Buffalo, welches wahrscheinlich künftig den ganzen, übrigens höchst einfachen Hüttenprozess des Einschmelzens des gediegenen, fast reinen Kupfers übernehmen wird. Der Erztransport nach Buffalo wird durch eigene Schiffe der Gesellschaft bewirkt, welche als Rückfracht Kohle nach Calumet bringen.

Die Förderung begann im Jahre 1867 und betrug im ersten Jahre 657 t Kupfer; 1874 erreichte die Förderung 10000 t. Zu dieser Zeit begann die Verbesserung der Maschinenanlagen. 1892 betrug die Ausbeute 30000 t. Die durchschnittliche monatliche Förderung beträgt gegenwärtig 100000 t Erz; daraus werden 3000 t reines Kupfer hergestellt. Agassiz ist der bedeutendste Teilhaber der Unternehmung, welche nominell nur mit 4 Millionen Dollar Kapital arbeitet und bisher fast 40 Millionen Dollar Erträgnis auszahlte.

Das Vorkommen ist ein Sandsteinkonglomerat, mit gediegenem, reinem Kupfer als Bindemittel und fein eingesprengt; letzterer Teil des Vorkommens macht die Aufbereitung notwendig. Der Kupfergehalt des geförderten Konglomerates beträgt durchschnittlich $4^1/_2$ pCt. Die Aufbereitung erfolgt durch Dampfpochwerke und kleine Setzmaschinen. Trotz des grofsen Unterschiedes im spezifischen Gewicht geht hierbei durch die feinblätterige Form vieler Kupferteile 0,7 bis 1 pCt Kupfer verloren, d. h. durchschnittlich mehr als in unseren Erzen überhaupt enthalten ist. Der Abbau erfolgte, wie überall hier, zuerst mit sehr einfachen Mitteln in Tagbauten, die im Laufe der Zeit zu tonnlägigen Schächten geworden sind. Erst seit etwa 15 Jahren wird mit grofsen maschinen- und bergtechnischen Vorkehrungen gearbeitet. Die zahlreich vorhandenen tonnlägigen Schächte konnten aber der Kosten wegen nicht sofort aufgegeben, sondern mussten weiter entwickelt werden. Die Vorrichtung des Kupferlagers erfolgt durch tonnlägige Schächte, von welchen in flacher Entfernung von je 30,5 m die einzelnen Horizontalstrecken getrieben werden; von letzteren aus erfolgt der Abbau durch Firsten-Strossenbau. Neben den Schächten bleiben 23 m mächtige Sicherheitspfeiler stehen. Die abgebauten Felder werden durch Stempel und Kappen in 1,65 m Entfernung und aufserdem alle 23 m durch volle 4 m stark zusammen gebaute Holzpfeiler gestützt.

Der im Norden noch immer vorhandene ungeheure Holzreichtum gestattet, diese Zimmerung mit beispielloser Sorgfalt auszuführen. Die Hölzer sind sämtlich auf genaues Mafs (12″ = 305 mm Quadrat) geschnitten und erhalten für die Knotenverbindungen einheitliche, mit Maschine hergestellte Verzapfungen. Ein grofses Sägewerk dient zur Bearbeitung der Hölzer. Als die Oertlichkeit kennzeichnend, mag auch noch erwähnt werden, dass in dem ganzen grofsen Betriebe überwiegend nur Kohle verbrannt wird; ungeheure Holzvorräte dienen nur zur Sicherung im Winter, wo der Seeverkehr (1893 wahrscheinlich noch im Juni) durch Eis geschlossen ist, und als Regulator gegen die Kohlenlieferanten. Für den Betrieb vermag das überall brach umher liegende Holz der Wälder nicht zu konkurriren. Die nördlichen Eisenbahnlinien führen in der Nähe des Oberen Sees durch dichte, kaum benutzte Wälder und durch einige Indianer-Reservate, während einige hundert Meilen südlicher in der ganzen Union bis zur Ostküste kaum noch ein grofser Wald zu finden ist. Die kaum 2 Jahrzehnte bestehenden grofsen Bergbauten des Eisenerzdistriktes Iron Mountains und die erwähnten Kupfergruben, noch mehr aber die fortschreitende Ansiedelung in der Nähe der Bergbaubezirke und der mächtig aufblühenden Städte am Ufer des Oberen Sees, sowie der gewaltige Verkehr, den der Ausbau der nördlichen Pacific- und der kanadischen Pacific-Eisenbahn geschaffen hat, werden auch hier mit dem noch bestehenden Holzreichtum, so wie überall, bald aufräumen.

Die tonnlägigen Schächte der Calumet-Gruben gestatteten einfache Abteufung und bequeme eintrümige Förderung aus vielen Horizonten. Der neue Maschinenbetrieb wurde zunächst ausschliefslich den vorhandenen Einrichtungen angepasst. Dadurch erhielten die sonst sehr vollkommenen Maschinen ein sehr eigenartiges Aussehen, wie sich aus den nachfolgenden Skizzen ergiebt.

Eine wichtige Rolle spielt der Maschinenbetrieb für Luftkompression, insbesondere für Gesteinsbohrarbeiten und den Betrieb unterirdischer Fördermaschinen und Pumpen. Die Wasserhaltungseinrichtungen sind an sich und im Verhältnis zu den übrigen Betriebsmitteln ganz unbedeutend. Trotz der grofsen Ausdehnung des Abbaues unter dem Seespiegel und der unmittelbaren Nähe des Oberen Sees ist der Zufluss sehr gering und wird durch eine gröfsere Anzahl kleiner Pumpmaschinen leicht bewältigt.

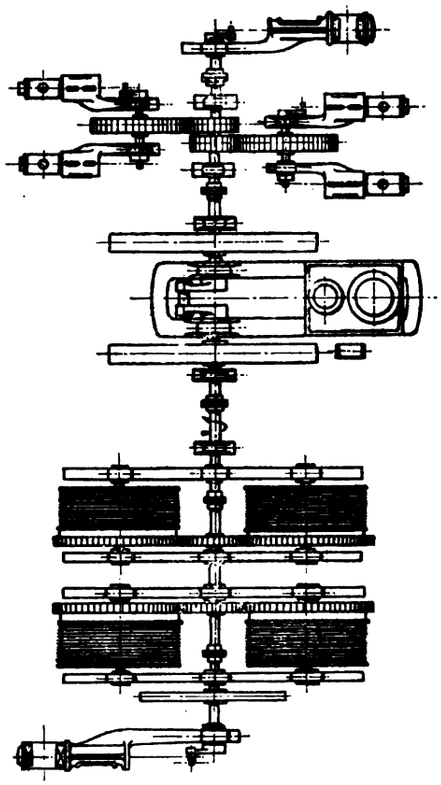
Die Maschineneinrichtungen dieser grofsen Unternehmung im wesentlichsten vom maschinentechnischen Standpunkt aus zu beschreiben und, soweit es der Raum der Zeitschrift gestattet, durch Skizzen, die ich aus der ungeheuren Zahl der mir durch die Liebenswürdigkeit des Hrn. Leavitt zur Verfügung stehenden Zeichnungen herausgreife, zu erläutern, ist die Aufgabe des nachfolgenden Berichtes.

Maschinenanlage »Superior« bei Calumet (Red Jacket).

Diese Anlage mit zusammen 7000 pferd. Maschinen dient für die Förderung aus den tonnlägigen Calumet-Schächten 2, 4 und 5 und dem Hecla-Schacht 2 und zugleich für den Betrieb der grofsen Luftkompressionsmaschinen für Bohrmaschinen und sonstigen unterirdischen Betrieb.

Fig. 235.

Maschinenhaus »Superior«.
Anordnung der Maschinen.



Die vor 7 Jahren aufgestellte »Superior«-Maschinenanlage hatte alte komplizirte Einzelanlagen auf den einzelnen Schächten zu ersetzen, deren Betrieb im Laufe der Zeit zu kostspielig wurde. Ursprünglich war jeder tonnlägige Schacht mit gewöhnlichen Eincylinder-Fördermaschinen versehen.

Zweck der Neuanlage »Superior« war, den gesamten Betrieb zu konzentriren und eine vollkommene Antriebsmaschine mit möglichst geringem Dampfverbrauch zu schaffen, um die hohen Betriebskosten wenigstens hinsichtlich des eigentlichen Maschinenbetriebes möglichst herunterzusetzen, ohne an der einmal vorhandenen eintrümigen Förderung Wesentliches zu ändern. Eine Abänderung der Schächte und Abbauverhältnisse war damals aufser Frage.

Die Anlage, welche in Fig. 235 und in den folgenden Einzelfiguren dargestellt ist, besteht aus der grofsen Betriebsmaschine »Superior«, einer stehenden Verbund-Balanziermaschine mit oben liegenden Cylindern, unten liegendem Balanzier, zum Betrieb von 4 Fördertrommeln und einer Gruppe von Luftkompressoren, und aus den beiden Reservemaschinen »Rockland« und »Baraga«.

(In Amerika herrscht der nachahmenswerte Gebrauch, alle Maschinen von Bedeutung mit Namen zu belegen, und wenn diese auch aus der Geschichte der Indianer entnommen werden, so spricht sich doch von einer solchen Maschine besser als bei uns von einer »südwestlichen Eckmaschine«, der »provisorischen Ersatzmaschine No. IV« oder der »1888er Schimmelbusch-Maschine« u. dergl.)

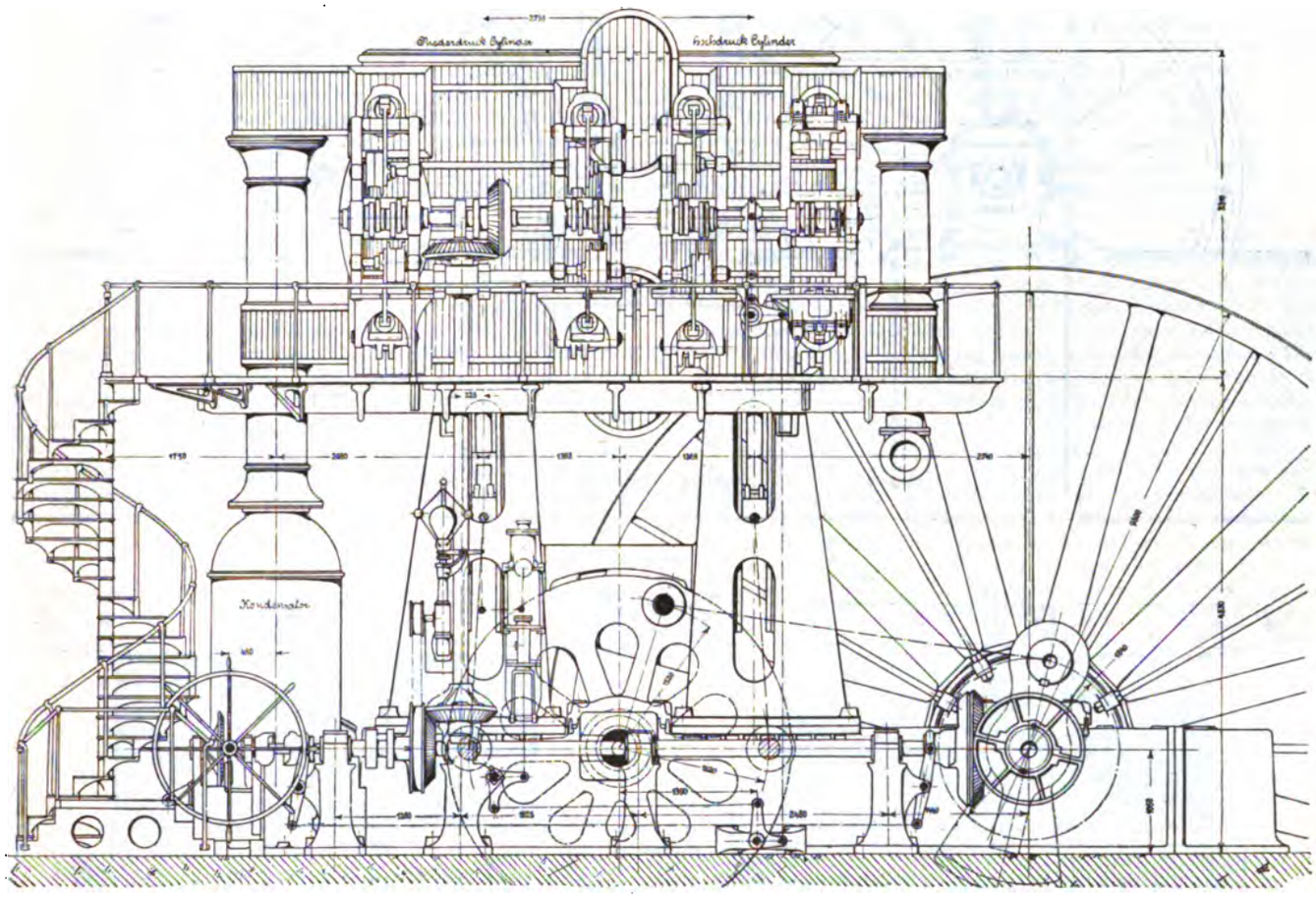
Die Anordnung dieser Maschinen ist in Fig. 235 im Grundriss dargestellt.

Auf der einen Seite der grofsen Betriebsmaschine »Superior« liegen die 4 Luftkompressionsmaschinen und am

Fig. 236.

5000 pferdige Betriebsmaschine »Superior«.

Mafsstab 1 : 70.



äufsersten Ende die Reserve-Corliss-Maschine »Baraga«. Auf der entgegengesetzten Seite liegen 4 Fördertrommeln und die Reservemaschine »Rockland«. Im Falle der Betriebsunfähigkeit der »Superior«-Maschine treibt jede dieser Reservemaschinen die eine Hälfte der Maschinenanlage. Zwischen den einzelnen Antriebsmaschinen und den Kompressoren bezw. Fördertrommeln sind lösbare Klauenkupplungen eingeschaltet.

»Rockland« und »Baraga« sind liegende Dampfmaschinen mit Kondensation. Die »Baraga« ist nach Leavitt's Plänen entworfen, hat 40″ = 1016 mm Dmr., 60″ = 1524 mm Hub, und läuft mit 52 Min.-Umdr. Die »Rockland« ist eine Corliss-Maschine von 30″ = 762 mm Dmr. und 48″ = 1219 mm Hub.

Für den Betrieb aller Maschinen der Calumet und Hecla-Grube dienen grofse Lokomotivkessel, die gröfsten derselben mit 45 t Gewicht. Zeichnungen der Kessel sowie der Kesselhäuser werde ich später nachtragen. Für das »Superior«-Haus dienen 6 solcher Kessel, 2 davon mit 84″ = 2,134 m Dmr. und 4 mit 80″ = 2,032 m Dmr., ausreichend für einen Betrieb von 4000 PS.

Betriebsmaschine »Superior«. In Fig. 236 ist die von E. D. Leavitt entworfene, von der Morris Co. in Philadelphia gebaute Maschine, wahrscheinlich die gröfste bestehende Betriebsdampfmaschine mit ununterbrochenem Gang, dargestellt. Auf einer ungewöhnlich kräftigen Fundamentplatte, welche die Lager für die Kurbelkröpfung und für die Schwinge trägt, sind die senkrechten Ständer der Maschine, auf denen die Dampfcylinder ruhen, aufgebaut. Die Kolbenstangen der Dampfmaschine sind an die beiden Enden der Schwinge angelenkt. Vom obersten Punkte der

Schwinge läuft die Schubstange zur einfachen Kurbelkröpfung. Die Kurbeln sind mit angeschmiedeten Gegengewichten versehen. Aufserhalb der Lager sitzen die grofsen Schwungräder von 9,8 m Dmr., 0,818 m Breite und je 45 t Gewicht. Dieses grofse Schwungradgewicht ist erforderlich, weil die Betriebsmaschine nur auf der einen Seite (Luftkompressionsmaschinen) annähernd konstanten Widerstand findet, während die zweite Hälfte des Betriebes (4 Fördertrommeln) unter Umständen das plötzliche Auftreten des Gesamtwiderstandes oder Leerlauf bewirken kann.

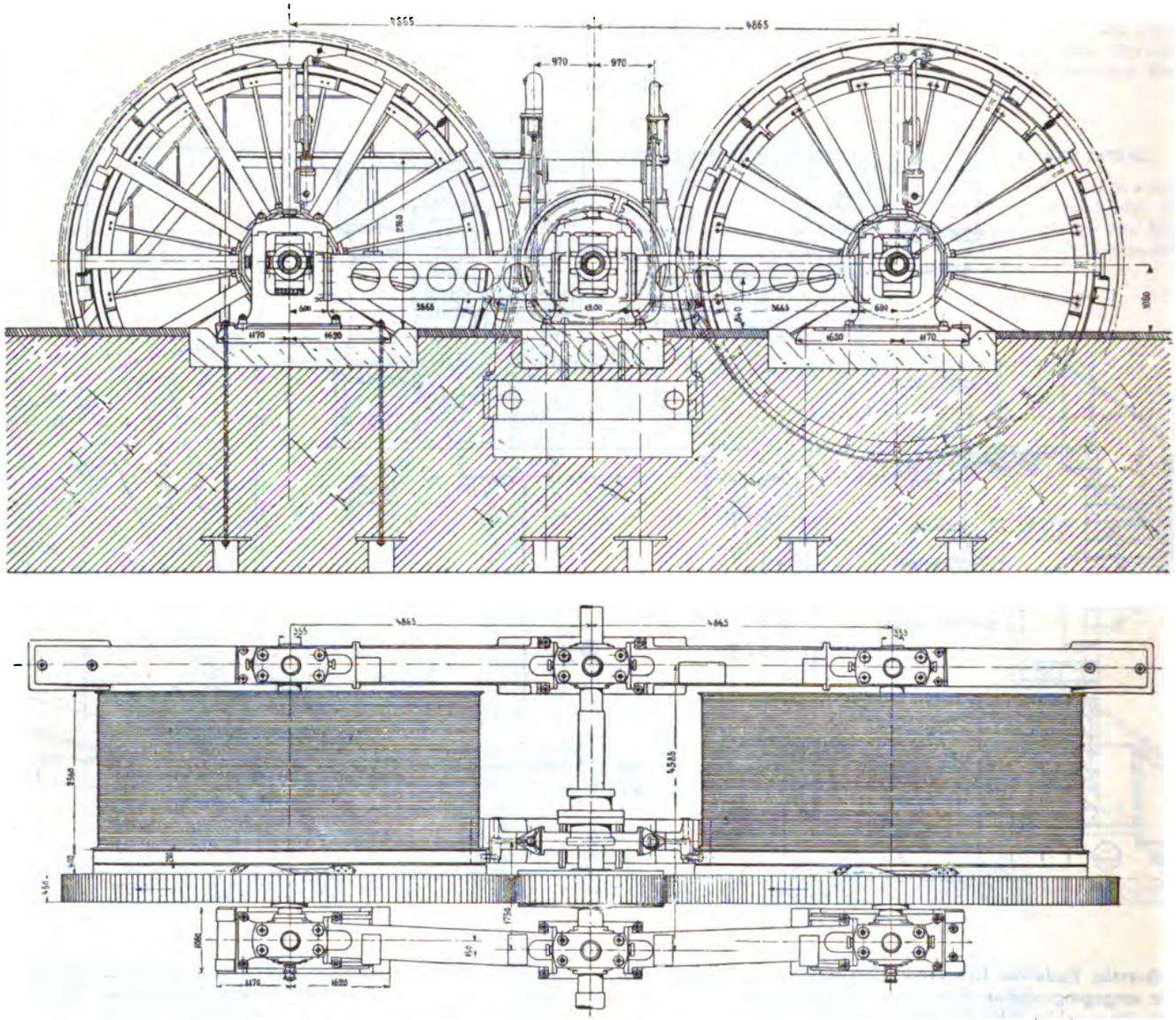
Die Ständer sind innen mit Kreuzkopfführungen versehen und tragen oben eine durchlaufende Plattform, welche zur Versteifung der Ständer dient und den Zugang zu den Dampfcylindern und der Steuerung ermöglicht.

Die Dampfmaschine hat einen Hochdruckcylinder von 40″ = 1016 mm, einen Niederdruckcylinder von 70″ = 1778 mm

Fig. 237 und 238.

Maschinenhaus »Superior«. Fördertrommeln.

Mafsstab 1 : 100.



Dmr. bei 6′ = 1829 mm Hub. Der Aufnehmer ist zwischen beiden Cylindern angebracht.

Die Betriebsdampfspannung beträgt 135 Pfd. = 9,5 kg/qcm, die Betriebsgeschwindigkeit 52 bis 60 Min.-Umdr. Das Gesamtgewicht der Maschine beträgt 428 t. Von den vorhandenen 4 Fördertrommeln werden gegenwärtig 2 beseitigt, um Raum und Kraft für eine in einem Nachbargebäude aufzustellende grofse Luftkompressionsanlage zu schaffen.

Vom Niederdruckcylinder geht das Auspuffrohr zum stehenden Kondensator an der Seite der Maschine. Die Luftpumpe ist doppeltwirkend, liegend angeordnet und wird von der Welle der Schwinge aus angetrieben.

Die Steuerung der Dampfmaschine erfolgt durch eine quer in der Mitte der Dampfcylinder durchlaufende Steuerungswelle, welche ihren Antrieb durch Zwischenwellen von der Kurbelwelle aus erhält. Der Antrieb erfolgt durch Kegelräder, von denen je eines mit Holzzähnen aus Hickoryholz ausgeführt ist, und die bei sorgfältiger Ausführung nahezu geräuschlos laufen.

Bei den Antriebsrädern der Dampfmaschinensteuerung ist an der Kurbelwelle eine ausschaltbare Kupplung ange-

bracht. Diese wird beim Anlassen der Maschine oder bei Vornahme von Reparaturen oder beim Vorwärmen der Maschine ausgerückt, und gleichzeitig wird eine Kupplung an der vorderen Seite, dort wo ein Handrad angebracht ist, eingerückt, sodass der Maschinist nach Bedarf Dampf auf die Kolben geben kann, um die Maschine beliebig anzuheben. Die Kupplungen sind gewöhnliche Klauenkupplungen mit abgerundeten Kanten und werden nach erfolgter Einstellung durch die Handhebel festgehalten. Aehnliche Einrichtungen für den gleichen Zweck, insbesondere auslösbare Exzenterstangen im Steuerungsantrieb, sind bei amerikanischen Maschinen fast immer vorhanden und werden für notwendig gehalten, um bequemes Anlassen zu sichern.

Die in der Zeichnung dargestellte Anordnung der Steuerung mit quer in der Mitte der Dampfcylinder liegender Steuerwelle ist die ältere Anordnung der Leavitt-Steuerung und wesentlich komplizirter als die neuere. Die Einzelheiten der Steuerung sind im übrigen dieselben wie bei der Maschine in Boston: Gitterschieber mit kleinem Hub und Antrieb durch Daumen und selbstthätige Veränderung der Expansion durch Verdrehung des Einlassdaumens.

Die Regulirung erfolgt selbstthätig durch einen Regulator mit hydraulischem Vorspann, und zwar sind 2 Regulatoren hinter einander wirkend angebracht; einer regulirt den Dampfeinlass, der zweite, stärker belastete, dient als Sicherheitsvorrichtung gegen Ueberschreitung der höchsten zulässigen Umdrehungszahl und wirkt auf eine Drosselklappe, und zwar erst dann, wenn die normale Geschwindigkeit um 10 Umdrehungen überschritten ist.

Die übrige Anordnung ist aus der Zeichnung genügend ersichtlich.

Fördermaschinen. Die »Superior«-Maschine treibt, wie vorher angegeben, nach der einen (westlichen) Seite 4 Fördertrommeln, deren Konstruktion in Fig. 237: Seitenansicht, Fig. 238: Grundriss, dagestellt ist. Die zwischen den beiden Trommeln für 1220 m Seil von $1^1/_4'' = 32$ mm Stärke hindurchlaufende, durch Flanschkupplungen verbundene Welle ist die Fortsetzung der Kurbelwelle. Die Wellen sind auf mächtigen Fundamenten und Sohlplatten gelagert. Die Lager der Trommelwellen sind nach 4 Seiten durch Schrauben und Keile einstellbar und unter einander durch Querträger versteift. Die Anordnung ist aus der Zeichnung ersichtlich. Das kleinere Rad ist mit Holzzähnen versehen.

Die Trommeln sind aus Gusseisen zusammengebaut und bestehen aus einer Mittelnabe, flach aufgesetzten gusseisernen Armen und gusseisernen Förder- und Bremskränzen. Ueber den Lagern ist eine durchlaufende Plattform angebracht, auf welcher die Maschinisten die Kupplungen und Bremsen bedienen.

Eigenartig ist die Anordnung der Bremsen und Kupplungen. Beides sind Bandbremsen und werden durch eigene Hilfscylinder mit hydraulischem Druck angetrieben, der Bremscylinder befindet sich an der Aufsenseite und ist in der Höhe der Plattform gelagert. Die Uebertragung des hydraulischen Druckes erfolgt durch die in der Zeichnung dargestellte Hebelübersetzung. Die Hilfscylinder für das Anziehen der Kupplungsbremse sind im Innern der Trommel an einem der Arme angebracht. Die Zuleitung des Druckwassers erfolgt vermittels Kupferröhren durch die hohle Welle hindurch. Der für den Betrieb der Bremsen und Kupplungen erforderliche Wasserdruck wird durch eine eigene Hilfspumpe mit Akkumulator geliefert, die zugleich den Wasserdruck für den hydraulischen Hilfsregulator liefert.

Bei den hydraulischen Bremsvorrichtungen ist ein Differentialkolben angebracht, dessen kleiner Kolben unter konstantem Wasserdruck steht; der konstante Wasserdruck auf den grofsen Cylinder bewirkt das Anziehen der Bremse. Beim Lösen bewirkt der konstante Wasserdruck auf den kleinen Cylinder das Abheben der Bremsbänder, welche aufserdem durch am ganzen Umfang eingesetzte Spiralfedern vom Bremskranze gelüftet werden.

Diese Bandbremsen haben in der ersten Betriebszeit zu mehrfachen Störungen Anlass gegeben; insbesondere sind die Bremsbänder an den Befestigungsstellen in den Augen, dort, wo sie durch Vernietung geschwächt werden, häufig gerissen. Durch Abänderung der Verbindungskonstruktion, derart, dass diese Schwächung nicht mehr stattfindet, sind die Mängel beseitigt worden, und es werden diese hydraulischen Bandbremsen gegenwärtig für die grösten Fördermaschinen in gleicher Weise verwendet.

Diese Trommeln dienen für die eintrümige Förderung in den alten tonnlägigen Schächten, die unter Einkupplung der Reibungsbremsen erfolgt; durch die hydraulischen Bremsen wird die Last festgehalten und gesenkt. Von den 4 Fördertrommeln führen die Förderseile über eine Anzahl von Führungsrollen zu den einzelnen Schächten. Die Führungsrollen sind primitiv in Holz gelagert, und es ist nur unmittelbar vor den Fördertrommeln eine selbstthätige Verschieb- und Leitvorrichtung für das Seil, sonst aber sind nur ganz einfache Holzführungen angebracht. Die Seilführung im Schacht war früher mangelhaft, und es wird angenommen, dass die Reibung auf den Rollen einen Schachtbrand veranlasst hat.

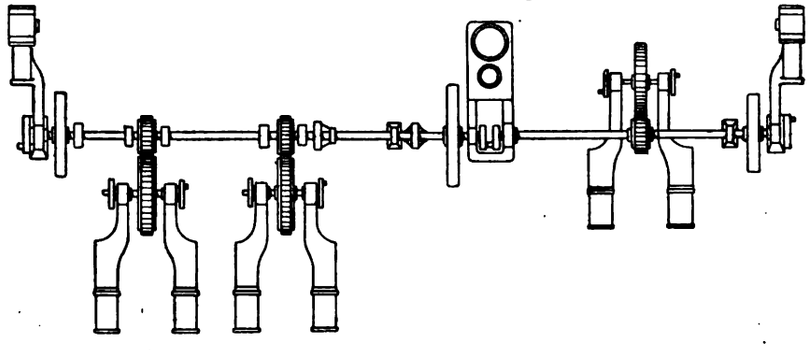
Luftkompressionsanlage. Die Kurbelwelle der »Superior«-Maschine treibt im östlichen Teile, bei direkter Verlängerung dieser Welle und einfacher Räderübersetzung 13 : 18, eine Gruppe von 4 grofsen Luftkompressionsmaschinen, und zwar ein Paar von je $36'' = 614$ mm Dmr. und $60'' = 1524$ mm Hub und ein Paar von $32'' = 813$ mm Dmr. und $48'' = 1219$ mm Hub mit 23 bis 24 Min.-Umdr. Diese Kompressoren, 1882 von der Rand Drill Co. gebaut, sind mit Kühlmantel für Deckel- und Kolbenkühlung versehen; die letztere ist aber nicht mehr in Betrieb. In den Deckel sind je 18 Saug- und 12 Druckventile von $3'' = 76$ mm Dmr. eingebaut, welche Metall auf Metall dichten und mit Federn belastet sind. Die Temperatur der Druckluft ist 140° C bei einer Luftpressung von 4,4 kg/qcm, die Kühlung daher eine sehr schlechte. Die Kompressoren sind liegender Bauart, und es wird von jeder Kurbelwelle je ein doppeltwirkender Kompressor durch Zahnradübersetzung angetrieben. Die Konstruktion der Kompressoren bietet nichts Besonderes; es ist die gewöhnliche Anordnung mit Wassereinspritzung in den Cylindern und mit verhältnismäfsig kleinen Ventilen in den Cylinderdeckeln. In jedem Deckel sind 6 Saug- und 3 Druckventile vorhanden. Wegen der Wassereinspritzung in den Cylindern und wegen der starken Drosselung der Luft in den zu kleinen Ventilen bei starker Erhitzung der Luft haben diese Kompressoren zu vielen Anständen Anlass gegeben, auch zu Brüchen in den Fundamentrahmen, welche durchgängig zu schwach ausgeführt sind.

Maschinenhaus »Hecla«.

Für den wachsenden Luftbedarf im unterirdischen Betrieb wurde vor 3 Jahren südlich ein neues Zentralmaschinenhaus »Hecla«, s. Grundriss Fig. 239, mit Betriebsmaschinen

Fig. 239.

Maschinenhaus »Hecla«. Anordnung der Maschinen.



»Frontenac«, »La Salle« und »Perrot« von zusammen 3700 PS und einer Luftkompressionsanlage angelegt. Die grofse 2200pferd. Betriebsmaschine »Frontenac« ist von derselben

Fig. 240 bis 242. Leavitt-Kompressoren.

Fig. 240.

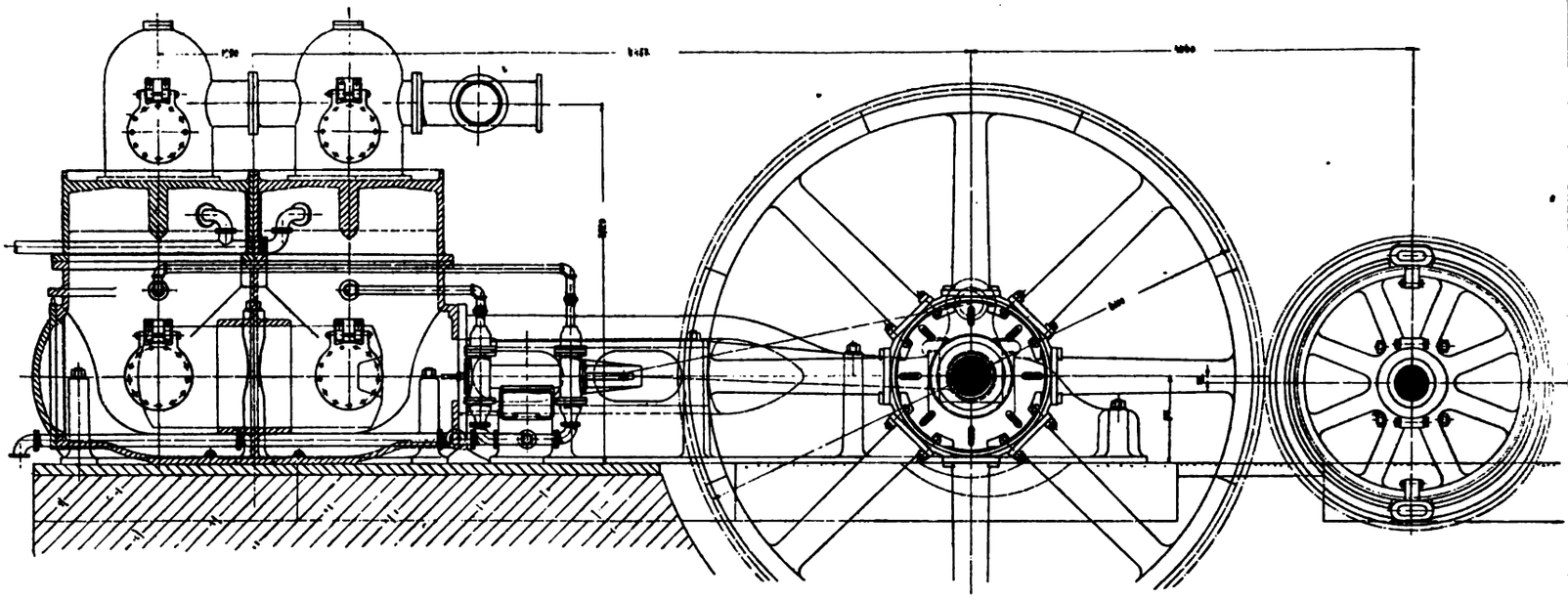
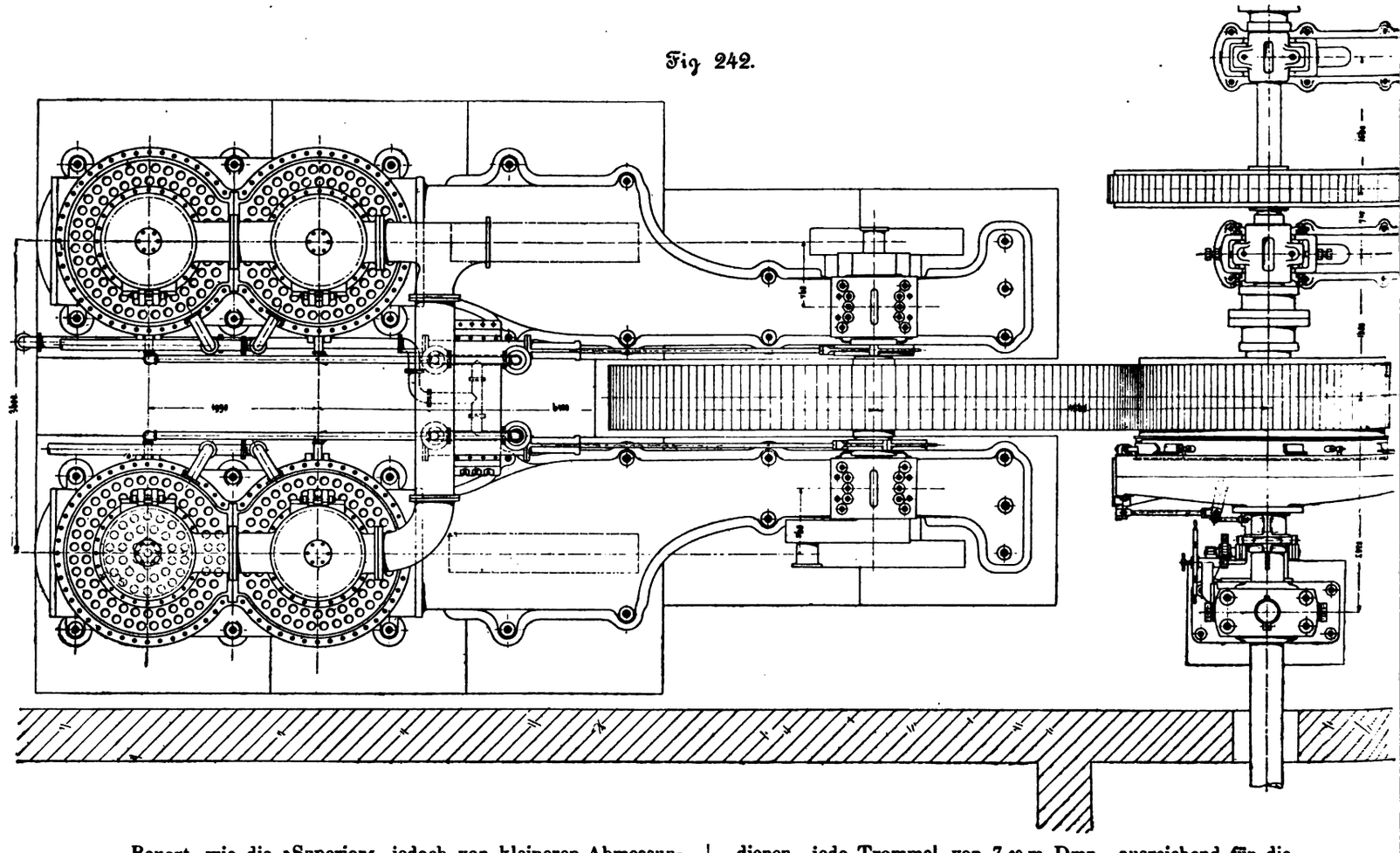
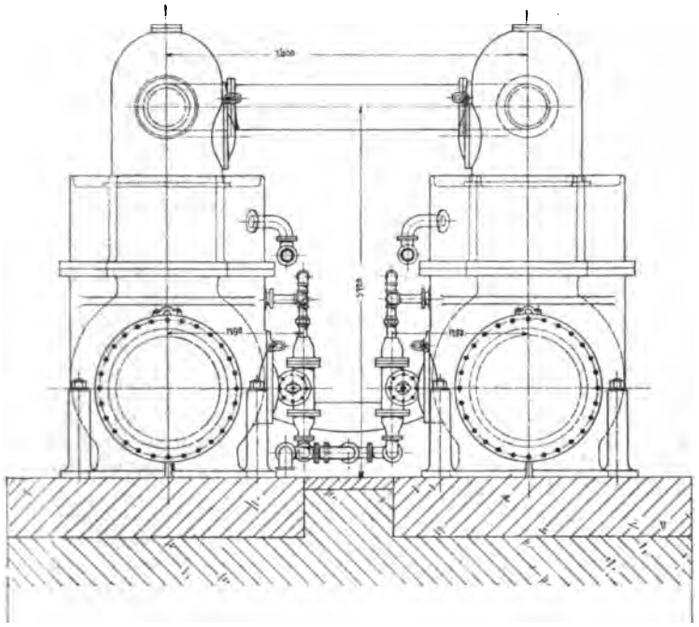


Fig 242.



Bauart, wie die »Superior«, jedoch von kleineren Abmessungen: $27^3/_4$" = 705 mm Hochdruck-, 48" = 1219 mm Niederdruckcylinder, $6'2^1/_2$" = 1892 mm Hub, 135 Pfd. = 9,5 kg/qcm Betriebsdampfdruck, mit Kondensation und 60 Min.-Umdr. arbeitend. Auch diese Maschine war ursprünglich dazu bestimmt, die Fördertrommeln von 4 Hecla-Schächten zu bedienen, jede Trommel von 7,62 m Dmr., ausreichend für die Aufwicklung von 900 m Seil von $1^1/_4$" = 32 mm Stärke. Diese Trommeln wurden vor 2 Jahren abgelegt und an ihrer Stelle Leavitt-Kompressoren mit Wassersäulen und innerer Kühlung, s. Fig. 240 bis 242, welche durch Räderübersetzungen von der verlängerten Kurbelwelle angetrieben werden, auf-

Fig. 241.



gestellt. Aufserdem treibt die »Frontenac« gegenwärtig ein Paar alte Rand-Kompressoren von 28″ = 711 mm Dmr. und 48″ = 1219 mm Hub, 36 Min.-Umdr., mit 16 Saug- und 6 Druckventilen, Mantel-, Deckel- und Kolbenkühlung, letztere gleichfalls aufser Betrieb.

Die Maschinen »La Salle« und »Perrot« sind Reservemaschinen, beides Corliss-Maschinen, erstere von 30″ = 762 mm Dmr., 72″ = 1829 mm Hub, letztere von 30″ = 762 mm Dmr., 48″ = 1219 mm Hub. Beide arbeiten mit Kondensation.

Der Dampf für diese Maschinenanlage wird durch 5 Lokomotivkessel, teils von 84″ = 2134 mm, teils von 90″ = 2286 mm Dmr., geliefert, ausreichend für einen Betrieb von 3000 PS.

Die 4 Leavitt-Kompressoren, Textfig. 6 bis 8, haben 42″ = 1067 mm Dmr., 60″ = 1524 mm Hub und arbeiten bei höchstens 30 Min.-Umdr. mit 65 bis 80 Pfd. = 4,57 bis 5,62 kg/qcm. Luftdruck.

Aus den Fig. 240 bis 242 ist ersichtlich, dass die Antriebswelle mit dem Antriebsrad auf die Kompressorkurbelwelle durch eine hydraulische Bremse gekuppelt werden kann; letztere ist von ähnlicher Bauart wie die vorhin beschriebenen für die Fördertrommeln.

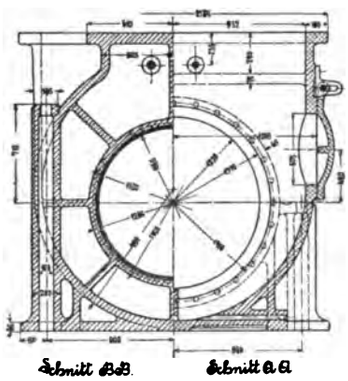
Das Druckwasser wird dem hydraulischen Bremscylinder durch die hohle Kurbelwelle zugeführt.

Durch den erwähnten Rädertrieb (kleines Rad mit Holzzähnen) wird eine kurze Kurbelwelle mit um 90° versetzten Stirnkurbeln und durch letztere je ein Doppelplunger-Kompressor angetrieben.

Aufriss, Fig. 240, und Grundriss, Fig. 242 zeigen die allgemeine Anordnung der Kompressoren. Die doppeltwirkenden Plunger sind mit innen liegender Führung versehen, ohne eigentliche Dichtung in letzterer gleitend. Das obere Ende der vertikalen Wassercylinder enthält die Saug- und Druckventile. Wirkungsweise und Anordnung sind bekannt. Die vom Normalen abweichenden Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich. Die Einspritzwasserpumpen werden von Exzentern angetrieben und drücken das Kühlwasser während der Druckperiode in den Kompressionsraum. Fig. 243 zeigt

Fig. 243.

Querschnitt durch den Kompressorcylinder.
Mafsstab 1 : 50.



den Querschnitt durch den Kompressorcylinder, Fig. 244 und 245 Längsschnitt und Grundriss, aus welchen die Konstruktion des Pumpenkörpers, sowie die Versteifungen, Zugangsdeckel usw. ersichtlich sind.

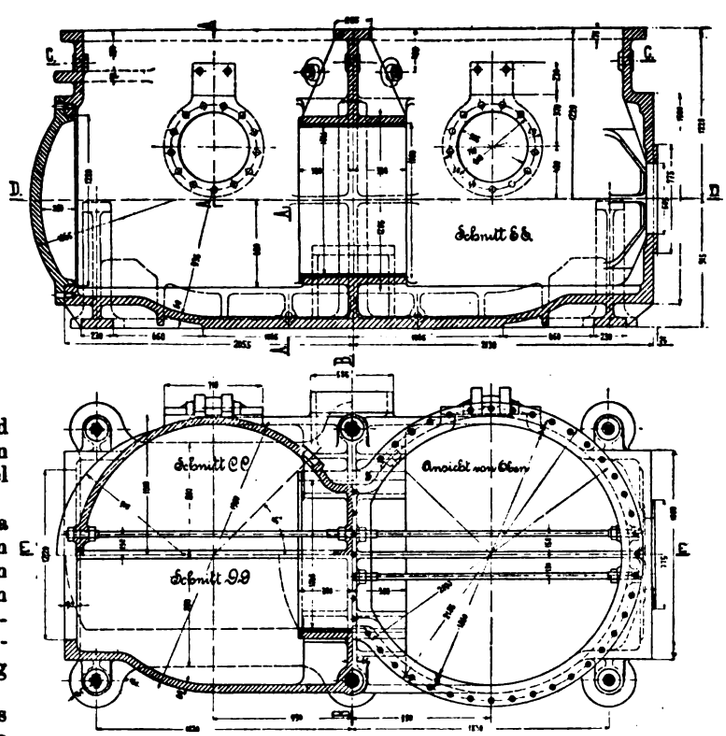
Fig. 246 zeigt die Einzelheiten der Ventilkasten. Da die richtige Wirkung dieser Wassersäulen-Kompressoren im wesentlichen bekanntlich darauf beruht, dass der Wasserkolben mit geringer Geschwindigkeit auf- und abbewegt wird, um den schädlichen Raum möglichst auszufüllen, muss die Stirnfläche als grofse ebene Fläche ausgeführt werden. Die Anordnung dieser sowie der Versteifungen ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Fig. 247 zeigt die Bauart des Kompressorplungers nebst zugehöriger innenliegender Führung, welche vermittels Wassernuten die Dichtung des Kolbens bewirkt.

Fig. 248 zeigt die Anordnung der Ventile, und zwar die Befestigung der Ventilsitze, die Konstruktion der Saug- und Druckventile. Die Dichtung erfolgt durch Leder.

Fig. 244 und 245.

Längsschnitt und Grundriss des Kompressionscylinders.
Mafsstab 1 : 50.



Die Druckluft geht zum teil unmittelbar in die Grube, zum teil zur Aufspeicherung in 4 Luftbehälter von 1,37 m Dmr. und 7,9 m Länge.

Diese Kompressionsanlage ist eine für Bergbauzwecke

sehr bedeutende. Sie dient für den gleichzeitigen Betrieb von etwa 150 Bohrmaschinen und etwa 30 unterirdischen Wasserhaltungs- und Hilfsmaschinen; sie hat auch, bei guter, sehr solider Bauart der Kompressoren und guter Wasserkühlung, trotz der sonstigen Unvollkommenheiten des Systems, sehr gute Resultate ergeben. Es wurde im laufenden Betriebe der unterirdischen Pumpen und Fördermaschinen ein Wirkungsgrad von 66 pCt erzielt, gemessen vom Dampfkolben bis zum gehobenen Wasser, also einschliefslich aller Verluste.

In die unterirdischen Luftmaschinen wird im Betriebe gewöhnliches Grubenwasser eingespritzt.

Für den Betrieb der an sich unbedeutenden, aber zahlreichen, zerstreut angeordneten unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen wurde später elektrische Uebertragung mit obertägigen Generatoren eingeführt und 5 unterirdische Wasserhaltungsmaschinen von je 80 PS durch Elektromotoren bei doppelter Räderübersetzung angetrieben. Die dreifach gekröpfte Pumpenwelle soll mit 60 Min.-Umdr. laufen.

Diese Anlage hat im Betriebe jedoch viele Schwierigkeiten verursacht, und nach vielen Abänderungen wurde ein Wirkungsgrad von nur 64 pCt erzielt, und zwar nur gemessen vom Motor bis zur Pumpe. Sowohl der elektrische Teil der Anlage, als auch die Pumpe sind mit Fehlern behaftet. Die Stromleitungen haben sogar zu Grubenbränden Anlass gegeben; und die Pumpen werden nur mit verminderter Geschwindigkeit — 35 Min.-Umdr. — betrieben.

Eine grofse Neuanlage für den unterirdischen Maschinenbetrieb von 2000 PS wird mit Luftübertragung ausgeführt; elektrische Projekte für diese Anlage waren zu teuer, und aufserdem war die Handhabung für das vorhandene Personal zu schwierig. Insbesondere kann der Luftbetrieb vor Ort, welcher die gröfste Wichtigkeit besitzt, durch Elektrizität mangels entsprechender Arbeitsmaschinen, nicht ersetzt werden.

Diese neue Luftanlage wird auch von der »Superior«-Maschine angetrieben, deren Leistung durch den jetzigen Betrieb nicht vollständig ausgenutzt ist. Die sehr beschränkten Raumverhältnisse zwingen aber zu einer Zwischenübersetzung. Es werden, wie erwähnt, 2 Fördertrommeln im »Superior«-Maschinenhaus beseitigt, da sie in ziemlich abgebauten Schächten entbehrlich sind, und an ihrer Stelle kommt auf die Kurbelwelle eine grofse Seilscheibe mit folgenden Abmessungen: 7,62 m Dmr., 3,83 m Breite, 60 Seilnuten für $1^3/_4$" = 44,4 mm starke Hanfseile, Gesamtgewicht der Trommel 60 t. Ueber Einzelheiten folgt Bericht später. Diese Seilscheibe überträgt für den jetzt auszuführenden Neubau vermittels 24 Seile auf 40 m Entfernung 1500 PS auf eine ebenso grofse Seilscheibe, von welcher aus die Kurbelwellen der Luftkompressionsmaschinen angetrieben werden. Dieser Seiltrieb ist nur der Raumverhältnisse wegen angeordnet worden. Die Antriebswelle der Kompressoren läuft gleichfalls mit 60 Min.-Umdr.; es konnte aber die Unterbringung der Kompressoren im Maschinenhause in anderer Weise nicht ermöglicht werden.

Fig. 246.

Einzelheiten des Ventilkastens. Mafsstab 1 : 40.

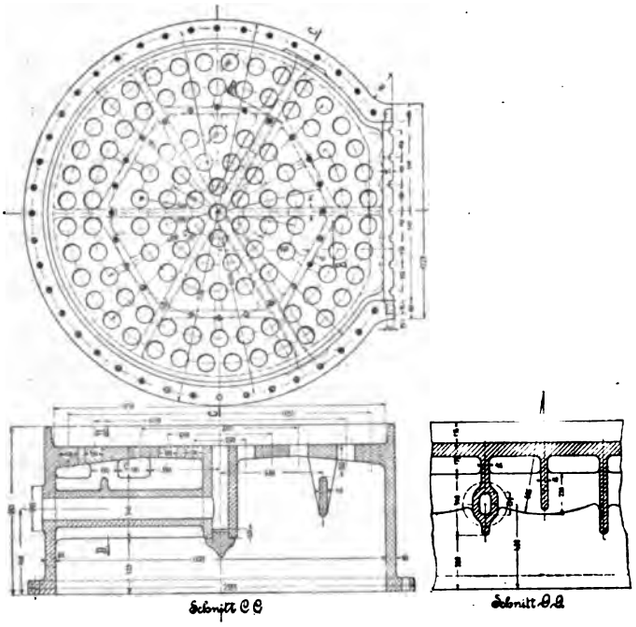
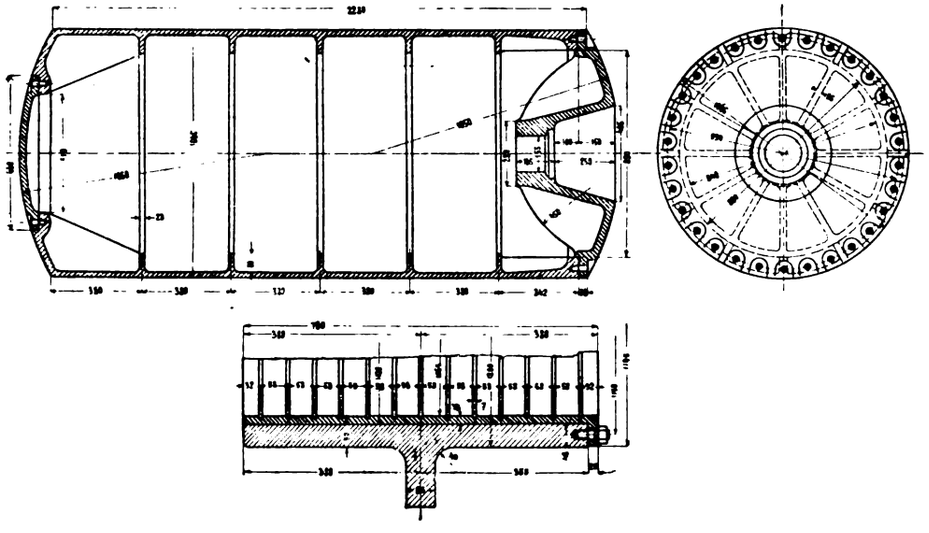


Fig. 247.

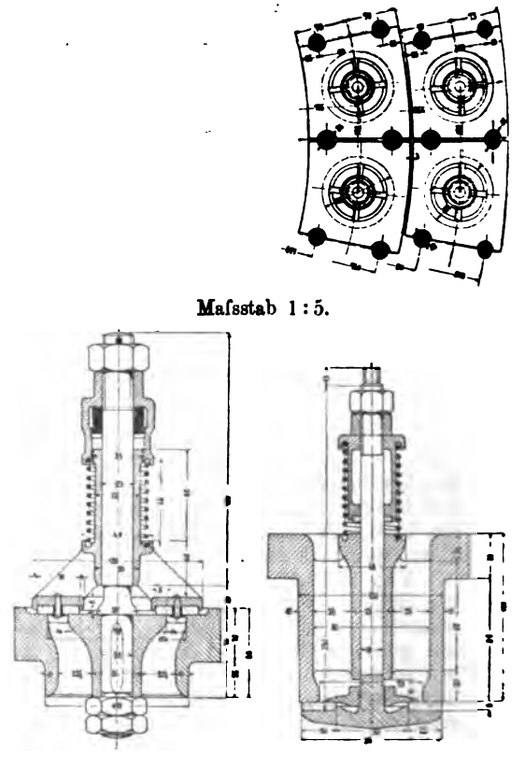
Bauart des Kompressorplungers. Mafsstab 1 : 10.



Mafsstab 1 : 15.

Fig. 248.

Anordnung der Ventile. Mafsstab 1 : 10.



Mafsstab 1 : 5.

Die neu aufzustellenden 8 Kompressoren, von den 4 Kurbeln angetrieben, haben $28^1/_2$" = 724 mm Dmr., 60" = 1524 mm Hub, 54 bis 60 Min.-Umdr.

Maschinenhaus »Gratiot«.

Dieses Maschinenhaus enthält 3 Dreifach-Verbundmaschinen stehender Bauart mit oben liegenden Cylindern, unten liegenden Schwinghebeln, zum unmittelbaren Antrieb von grofsen konischen Fördertrommeln für eintrümige Förderung. Diese 3 Fördermaschinen: »Gratiot«, »Houghton« und »Seneca«, haben Dampfcylinder von 18" = 457 mm Hochdruck, $27^3/_4$" = 705 mm Mitteldruck, 48" = 1219 mm Niederdruck, bei 90" = 2286 mm Hub, und arbeiten mit Dampfspannung von 185 Pfd. = 13 kg/qcm. Jede von ihnen hat im vollen Betrieb 2000 Dampf-PS zu leisten. Jede treibt eine konische Fördertrommel, ausreichend für 1676 m Rundseil von $1^3/_8$ = 35 mm Stärke. Der kleinste Dmr. der Trommel ist 4,34 m, der gröfste 7,85 m, die Breite beträgt 3,66 m. Die Trommeln sitzen lose auf der Welle und können durch eine hydraulische Kupplung, die am Schwungrad der Maschine angebracht ist, mit der Antriebsmaschine gekuppelt werden. Der für die hydraulischen Hilfsvorrichtungen erforderliche Betriebsdruck richtet sich nach den Bremsen und beträgt bei diesen Maschinen 21 kg/qcm (bei »Superior« 14 kg/qcm). Das Schwungrad hat 9,14 m Dmr., 40 t Gewicht und ist unmittelbar auf die Kurbelwelle der Maschine aufgekeilt. Der Dmr. der Kurbelwelle beträgt 508 mm in den Lagern und 571 mm unter den Trommeln.

Die Wellen sind aus ölgehärtetem Gussstahl von Krupp in Essen hergestellt, ebenso alle übrigen Schmiedestücke dieser grofsen Maschinen. Die Regulirung dieser Maschinen erfolgt selbstthätig für konstante Seilgeschwindigkeit.

Der Betriebsdampf wird durch 3 Lokomotivkessel mit Belpaire-Feuerkiste geliefert, jeder für 1000 PS ausreichend. Nach fertigem Ausbau der Anlage werden 5 solcher Kessel in Verwendung sein.

Die drei Maschinen sind so angeordnet, dass im Bedarfsfalle die Dampfmaschine der Nachbarmaschine mit den Fördertrommeln gekuppelt werden kann. Die Einzelheiten der Maschinen sind verwickelt. Die Abmessungen sind bei der unmittelbaren Uebertragung und grofsen Leistung sehr grofs, und das Prinzip solcher ungeheuren Maschinen mit konischen Trommeln für eintrümige Förderung nicht einwandsfrei. Die Eile in der Ausführung und die Verwendung vorhandener Dampfmaschinenmodelle haben zum Bau dieser etwas schwerfälligen Maschinen geführt. Richtiger ist jedenfalls die Bauart der folgenden Fördermaschinen im Maschinenhaus »Hancock«, welche unter normalen Verhältnissen auch bei der »Gratiot«-Anlage zur Ausführung gekommen wären, wenn seinerzeit nicht Vorurteile gegen Zahnradübersetzungen bestanden hätten.

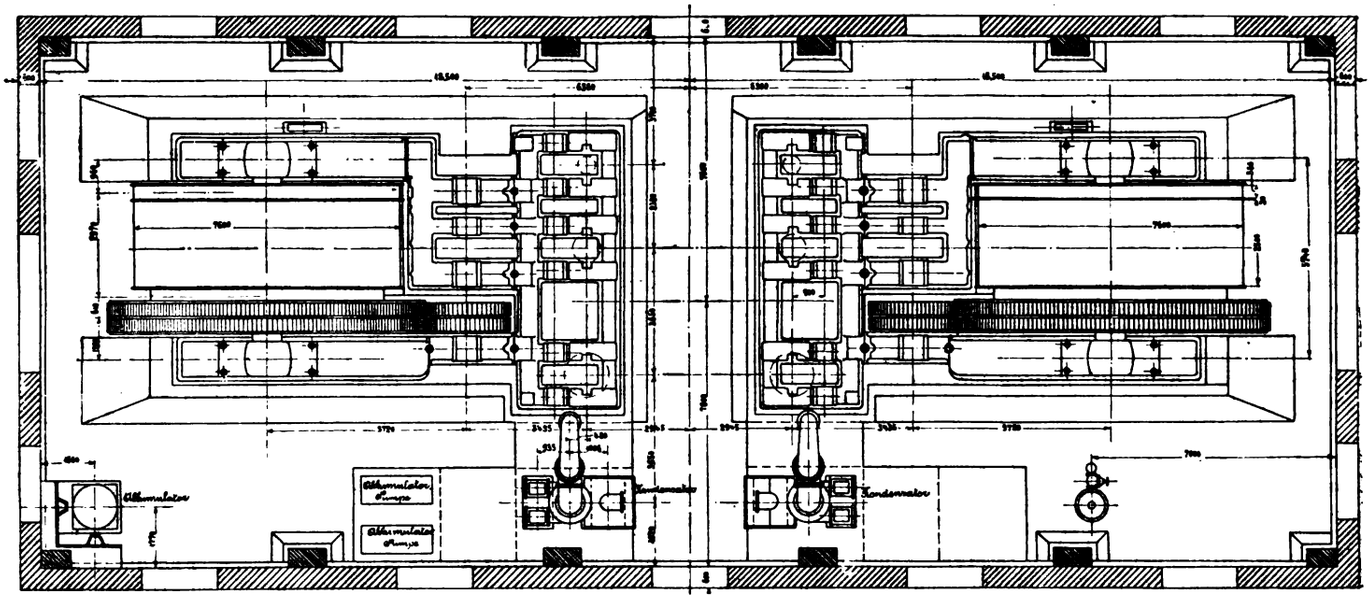
Maschinenhaus »Hancock«.

(Fig. 249 bis 251).

Diese Anlage dient für die Förderung aus den tonnlägigen Schächten No. 7 und 8 Süd-Hecla. Fig. 249 zeigt

Fig. 249.

Maschinenhaus »Hancock«. Grundriss. Mafsstab 1 : 200.



den Grundriss der beiden Fördermaschinen. Die Antriebsmaschinen sind Dreifach-Verbundmaschinen, die auf 3 Wellenkröpfungen arbeiten und durch Vermittlung von 3 Schubstangen eine dreifach gekröpfte Vorgelegewelle antreiben. Diese treibt jedoch erst durch doppelte Zahnräder die Fördertrommeln. Hierdurch werden geringe Abmessungen und hohe Umlaufszahlen der Maschinen erzielt, was für den beabsichtigten günstigen Dampfverbrauch von Wichtigkeit ist. Die Betriebsmaschinen laufen mit 92 Min.-Umdr., die Räderübersetzung beträgt 8 : 30; die Zahnradübersetzung hat sich bei genauer Führung der Zähne vorzüglich bewährt.

Im Maschinenhause sind noch untergebracht: getrennte Kondensatoren mit Duplex-Luftpumpen und 2 Pumpen für den Akkumulator zur Bedienung der hydraulischen Bremsen und zur Lieferung des Druckwassers für den Regulator.

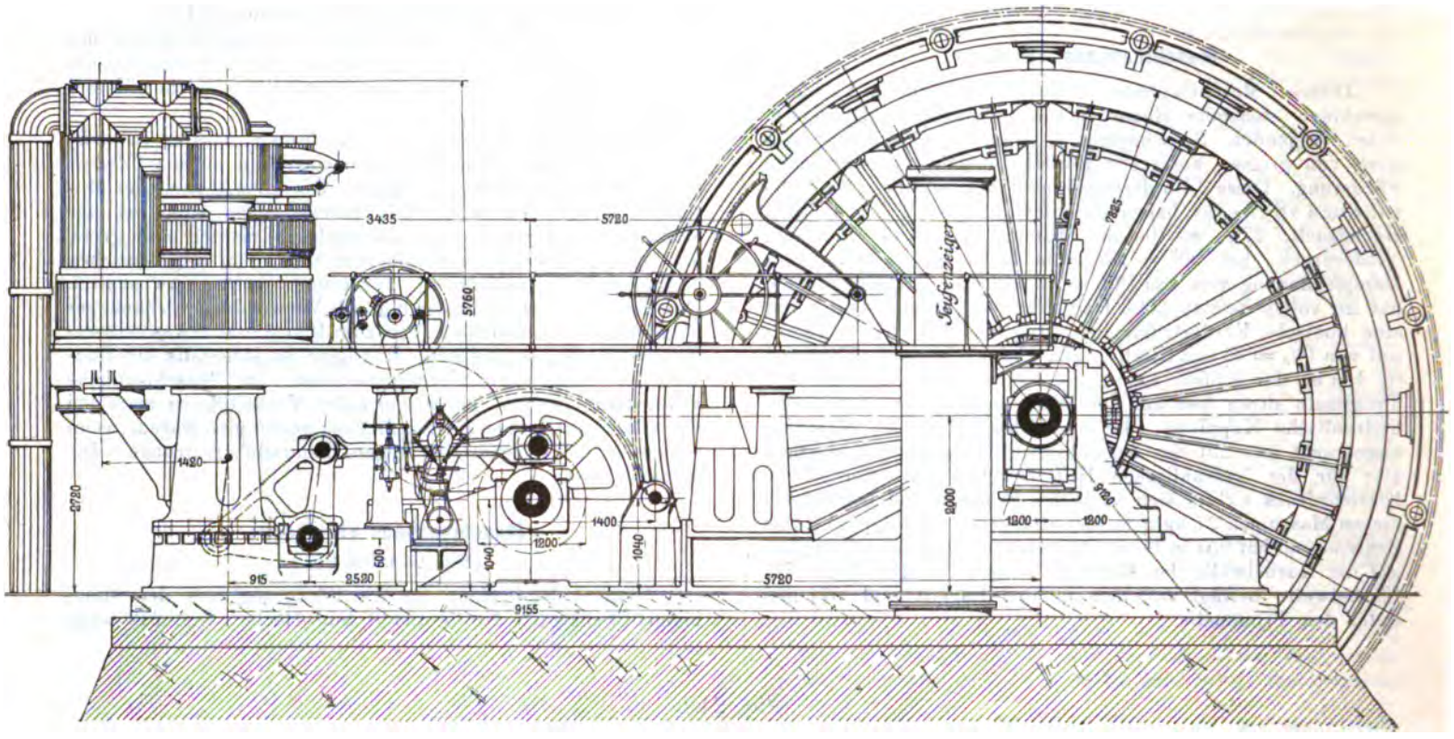
Die Anordnung der Maschinen ist aus der Seitenansicht Fig. 250 ersichtlich; die Dampfcylinder arbeiten mit kurzen Lenkstangen auf dreieckige Schwingen, und diese übertragen die Bewegung durch wagerechte Schubstangen auf die Vorgelegewelle.

Der Antrieb der Steuerwelle erfolgt durch 3 Stirnräder. Da die Maschine aber umsteuerbar sein muss, ist neben dieser Räderübersetzung eine zweite mit 4 Rädern angebracht, welche die Wechselbewegung durch entsprechende Ausschaltung hervorruft.

Die Einzelheiten der Fördertrommeln sind aus den Skizzen ersichtlich und aufserdem in Fig. 251 im Detail dargestellt, die Schmierung der losen Trommeln erfolgt durch Schmierschraube und steife Schmiere. Die Schmierrohrleitungen sind durch die hohlen Wellen nach innen geführt. Die Trommeln

Fig. 250.

Maschinenhaus »Hancock«. Dreifach-Verbund-Fördermaschine. Mafsstab 1 : 80.



müssen für 2590 m Seillänge ausreichen, wobei aber das Seil über einander gewickelt wird. Die Seilnuten sind eingedreht und genau bearbeitet, wodurch bei einfacher Seilwicklung gröfsere Seildauer erzielt wird.

Die Fördertrommel ist als geschlossener gusseiserner Kranz ausgeführt und trägt auf der einenen Seite, mit der Fördertrommel aus einem Stück gegossen, die Bremse, auf der anderen Seite die Kupplung, beide mit hydraulischem Antrieb versehen.

Der hydraulische Antriebscylinder für die Bremse ist auf einem Arm des Kranzes befestigt. Die Fördertrommel hat keine Gusseisenarme, sondern nur schmiedeiserne Tragstangen mit Diagonalversteifungen. Nur das Zahnrad ist mit gusseisernen Armen versehen. In den Zahnkranz sind Holzzähne eingesetzt. Die Reibungskupplung und Bremse sind mit Holz gefüttert. Die Einzelheiten sind aus Fig. 251 ersichtlich.

Aufser der hydraulischen Bremse ist, wie aus Fig. 250 ersichtlich, noch eine Handbremse angebracht, welche durch ein Spillenrad mit Hemmung bedient wird; beim Auslösen vermittels Fufstrittes fällt das Zahnsegment, welches die Handbremse anzieht, durch das eigene Gewicht herunter. Der Regulator wirkt nur bei Ueberschreitung der höchsten zulässigen Umdrehungszahl von 92 i. d. Min., wobei die Füllung aller 3 Cylinder verändert wird. In die Dampfleitung sind 2 Drosselventile eingeschaltet, eines von Hand aus gut einzustellen, das zweite vom Sicherheitsregulator bedient.

Neben dem Maschinenhaus »Hancock« ist auch eine neue Zentralkesselanlage für die Schächte 7 bis 12 aufgestellt, über welche ich später berichten werde.

No. 9 und 10. »Süd-Hecla«-Maschinenhaus.

In der Nähe der Hecla-Schächte No. 9 und 10 ist ein vorläufiges Maschinenhaus aufgestellt, welches ein paar horizontale Tandem-Corliss-Maschinen von 18″ = 457 mm Hochdruck-, 32″ = 813 mm Niederdruckcylinder bei 48″ = 1219 mm Hub für den Betrieb von 2 Fördertrommeln enthält, die früher von der »Superior«-Maschine betrieben wurden. Ueber diesem Maschinenhause sind 3 der horizontalen Fördermaschinen vorhanden, welche bis 1876 auf den alten Gruben in Verwendung waren.

Neue Maschinenanlage »Red Jacket«.

Diese neue Maschinenanlage von etwa 9000 PS ist die bedeutendste Förderanlage der Calumet und Hecla-Grube und hat den neu abgeteuften senkrechten Red Jacket-Schacht zu bedienen. Für die Aufnahme der 2 Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« dient ein grofses Maschinenhaus von 67 m Länge, 21 m Breite und 10,7 m Höhe.

Das Kesselhaus enthält 9 Lokomotivkessel mit Belpaire-Feuerbüchsen. Die Länge der Kessel beträgt 10,46 m, die Breite 3,17 m, die Höhe der Feuerkiste 2,95 m, die Länge 3 m, der innere Durchmesser des Cylinders 2,29 m. Die Kesselplatten sind aus Martinstahl von 20 mm Dicke hergestellt Jeder Kessel enthält 201 Röhren von 76 mm Dmr., 4,88 mm Länge. Die gesamte Heizfläche ist 270 qm.

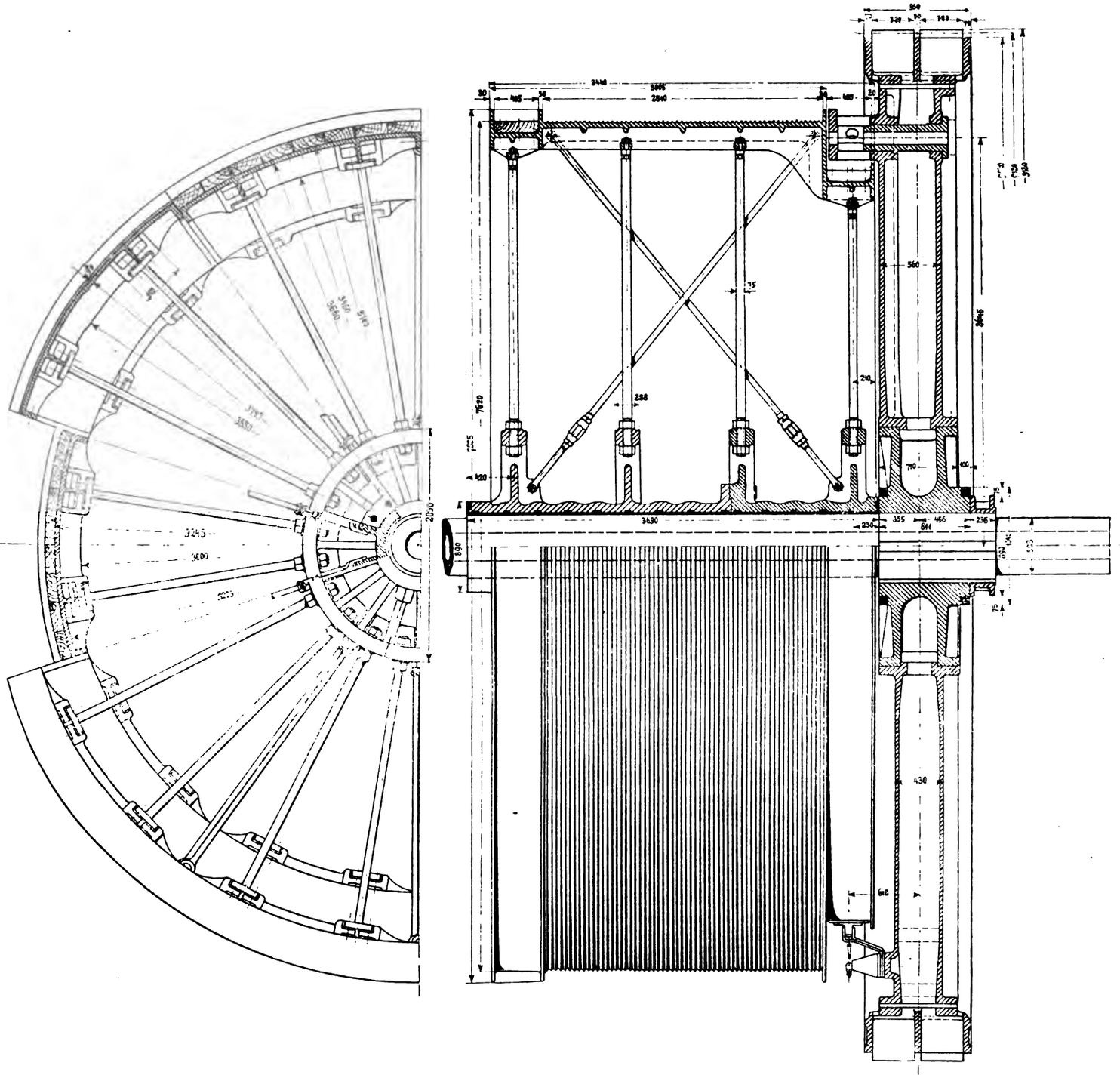
Der durch diese Fördermaschinen zu bedienende Red Jacket-Schacht hat 6 Abteilungen von je 1,91 und 2,13 m und, wenn fertig abgeteuft, 1524 m Tiefe. Für die Schachtabteufung sind zwei vorläufige Fördermaschinen »Delaware« und »Iroquois«, Fig. 252, in Verwendung, und zwar horizontale Tandem-Corliss-Maschinen mit Cylindern von 16″ = 406 mm und 32″ = 813 mm Dmr. bei 48″ = 1219 mm Hub. Diese haben ebenso wie die Maschinen »Minong« und »Siscowit« Reibungstrommeln nach System Whiting zu betreiben, jede Trommel von 2,1 m Dmr., für die Bedienung eines endlosen Seiles von $1^1/_4$″ = 32 mm Dmr. Die Grundlage und Wirkung dieser Reibungstrommeln ist dieselbe wie die der alten Friktionswinden.

Zur Benutzung eines endlosen Seiles für die Schachtförderung ist auch eine Spannvorrichtung erforderlich, bestehend aus einem Laufwagen mit Schraubenspannvorrichtung, welche nach der jeweiligen Einstellung der Förderung an die Spannrolle gekuppelt werden kann. Für die Abteufmaschinen und Förderung aus wechselnder Tiefe ist die halbe Seillänge in der Spannvorrichtung unterzubringen.

Die Anordnung der neuen Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« ist in 255 bis 257 dargestellt. Die Antriebsmaschine ist auf einer kräftigen Grundplatte aufgebaut, welche in der Mitte die Schwinge unterstützt. Auf kurzen senkrechten Ständern sind die Dampfcylinder angebracht und zwischen den Ständern die Führung. Die Anordnung der Dampfcylinder ist aus dem Grundriss ersichtlich. Es greifen an dem Ende jeder Schwinge an: auf der Aufsenseite der Niederdruckcylinder, auf der Innenseite neben einander Hoch- und Mitteldruckcylinder. Zwischen den Kolben-

Fig. 251.

Maschinenhaus »Hancock«. Fördertrommel. Mafsstab 1:48.



stangen beider Cylinder geht die Schubstange hindurch. Die Verbindung des Niederdruckcylinders mit der Schwinge erfolgt zentrisch.

Die Nutzlast beträgt 9100 kg, die Seilstärke $2^3/_8'' = 60$ mm.

Die Fördertrommeln liegen hinter einander auf einem durchlaufenden Maschinenrahmen. Die innere Fördertrommel wird durch die schräg nach abwärts treibenden Schubstangen angetrieben und die zweite Trommel durch eine Kupplungsstange verbunden. Die äufsere Trommel steht schräg, um richtigen Seilauflauf zu sichern. Infolgedessen sind die Schubstangenlager am äufseren Kurbelzapfen drehbar, wäh-

rend die Lager der innenliegenden Kurbel normal ausgebildet sind. Die Drehung der Lagerschalen erfolgt nur nach einer Richtung in der Horizontalebene; die Uebertragung ist mithin keine vollständig genaue, der dabei auftretende Fehler ist jedoch verschwindend.

Der Steuerungsantrieb der Maschine erfolgt durch die Vermittlung eines Heusingerschen Schleifbogens. Die eine Bewegung für dessen Antrieb ist von der Trommelwelle, die zweite von der Schwinge abgeleitet. Die letztere Bewegung ist in ihrer Bewegung identisch mit der Ableitung der Bewegung von der Kolbenstange. Die beiden Bewegungen setzen sich in der Steuerwelle zusammen; letztere macht nur eine Schwingung und trägt Daumen, welche die Kreisbewegung der Heusingerschen Steuerung zu Beginn und Ende jedes Hubes genau auf die gewünschte Steuerungsbewegung der Verteilungsschieber übersetzen. Hierdurch lässt sich genau dieselbe vollkommene Dampfverteilung erzielen wie durch eine rotirende Welle mit umlaufenden Kurvenbahnen.

Die übrigen Einzelheiten und die Gesamtanordnung sind aus den Zeichnungen ersichtlich, Fig. 255: Seitenansicht, Fig. 256: Grundriss, Fig. 257: Vorderansicht.

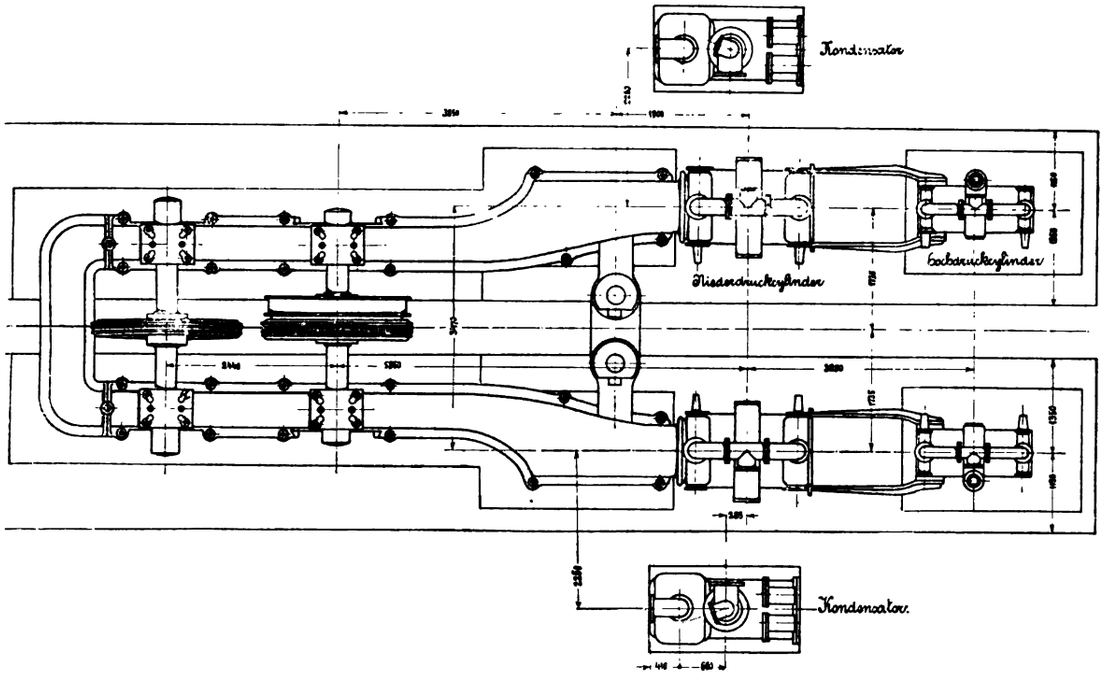
Die Anordnung der Dampfcylinder ist für den vorliegenden Zweck zu komplizirt. Statt 6 Dampfcylinder hätten auch 4 genügt, wenn sie beispielsweise so verteilt worden wären, dass Hoch- und Mitteldruckcylinder auf der Innenseite der beiden Schwingen und zwei Niederdruckcylinder auf der Aufsenseite angreifen. Die komplizirte Anordnung mit 6 Cylindern wurde aber durch Verwendung vorhandener Maschinenmodelle und die Notwendigkeit rascher Ausführung veranlasst.

Für die Bedienung der Umsteuerung ist ein hydraulischer Druckcylinder vorhanden. Der durch eine eigene Pumpe

Fig. 252.

»Red Jacket«-Schacht. Abteuf-Fördermaschine »Delaware« und Iroquois«.

Mafsstab 1 : 100.



mit Akkumulator erzeugte Wasserdruck dient zugleich für den Hilfsregulator. Die Luftpumpe ist liegend angebracht und von einem Hebel der Balanzierwelle angetrieben.

Stampfmühlen am Linden-See.

Die Stampfmühlen für die Aufbereitung der Erze liegen etwa 15 km von der Grube entfernt an einem Arme des Oberen Sees, dem Linden-See. Es sind 2 Mühlen mit zusammen 22 Stampfen vorhanden, jede mit Dampfcylindern von 14″ = 356 mm für Hochdruck, 21½″ = 546 mm für Niederdruck, 24″ = 610 mm Hub, 95 bis 98 Schläge i. d. Min. machend. Zeichnungen dieser direkt wirkenden Dampfstampfen und der wesentlichsten Einzelheiten werde ich später noch nachtragen. Die tägliche Leistung betrug i. J. 1889 260 t in 24 Stunden.

Der Betriebsdampf wird durch Lokomotivkessel von derselben Konstruktion, wie früher erwähnt, geliefert. Es sind 4 Kessel von 2,032 m und 8 von 2,286 m Dmr. vorhanden.

Das Schlaggewicht einer Stampfe beträgt 2720 kg; es wirkt durch vollen und expandirenden Oberdampf und wird während jedes Hubes gedreht.

Die Abnutzung der Schlagschuhe aus Hartguss ist sehr bedeutend; durchschnittlich alle 5 Tage werden sie ausgewechselt. Die Abnutzung während dieser Zeit entspricht einem Gewicht von etwa 130 kg für jeden Schlagschuh. Es gelangen somit täglich etwa 550 kg Eisen in das Kupfer.

Zu jedem Stampfwerk gehört eine grofse Aufbereitung, welche durch einen Seilbetrieb von einer Zentralmaschine angetrieben wird. In jedem Stampfwerk sind 374, also im ganzen 748 Setzmaschinen vorhanden.

Mitteilungen über diese Maschinen und ihre Eigentümlichkeiten würden über den Rahmen dieses Berichtes hinausgehen.

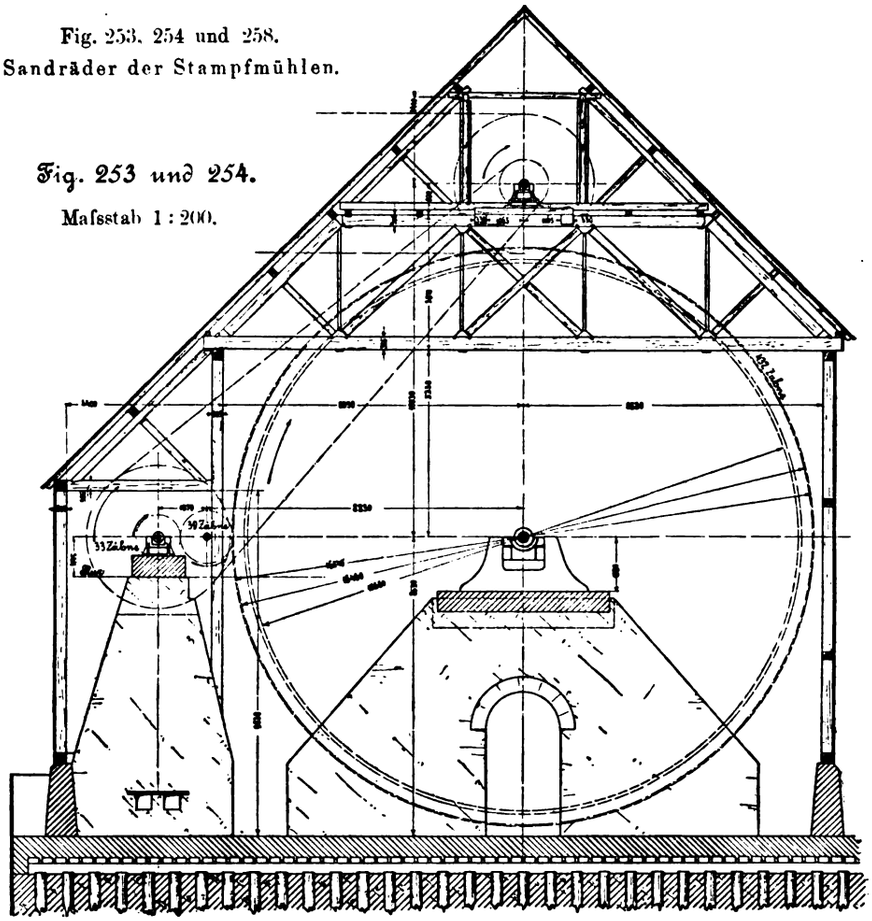
Wasserwerke der Stampfmühlen.

Für die Wasserversorgung der Stampfmühlen und der Aufbereitung dienen die älteren Pumpmaschinen »Erie«, »Ontario« und »Huron« von zusammen 50 Millionen Gallonen Leistungsfähigkeit.

»Erie« und »Ontario« sind stehende Verbundmaschinen mit oben liegenden Cylindern, unten liegendem Balanzier;

Fig. 253, 254 und 258.
Sandräder der Stampfmühlen.

Fig. 253 und 254.
Mafsstab 1 : 200.



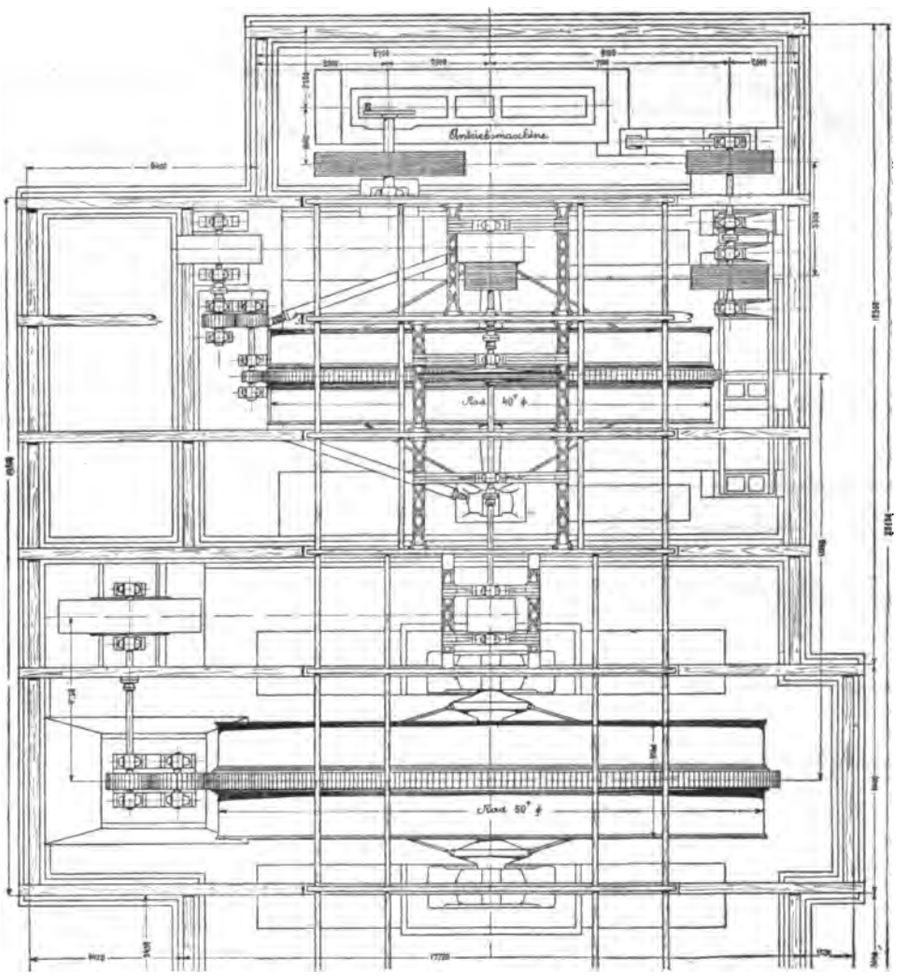


Fig. 255 bis 257. Neue Maschinenanlage »Red Jacket«. Fördermaschine »Minong« und »Siscowit«. Mafsstab 1:80.

Fig. 255.
Seitenansicht.

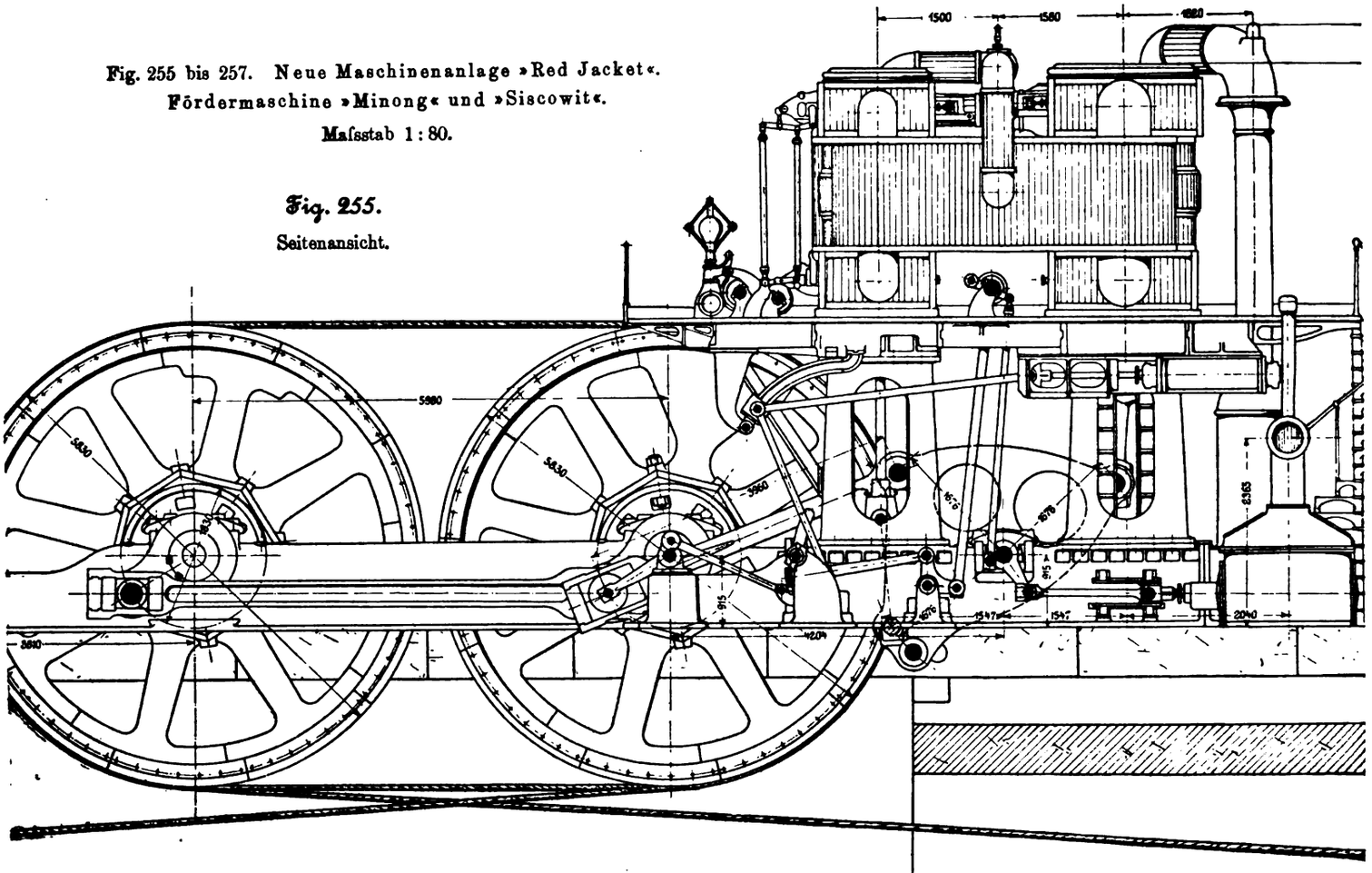
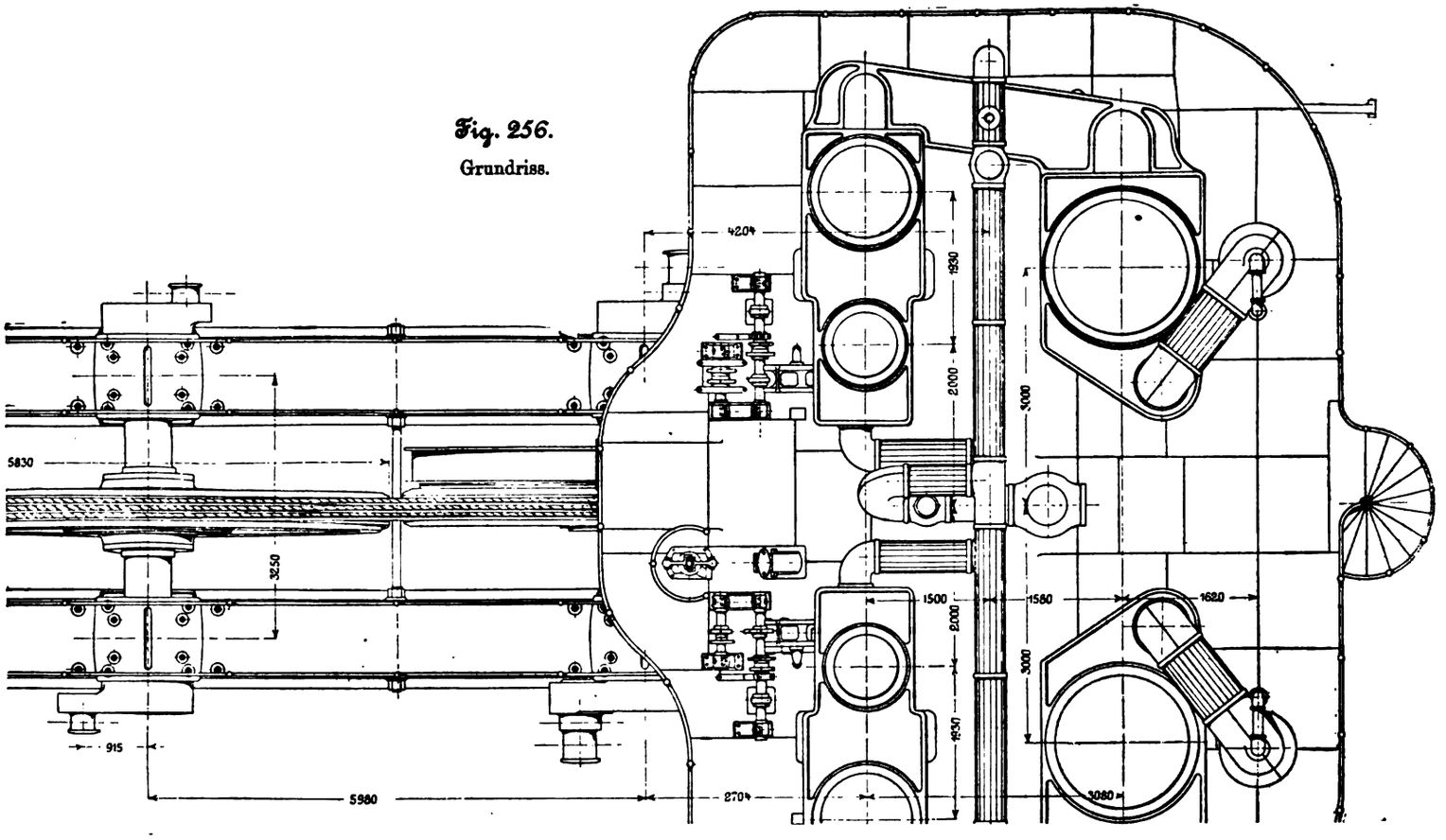


Fig. 256.
Grundriss.



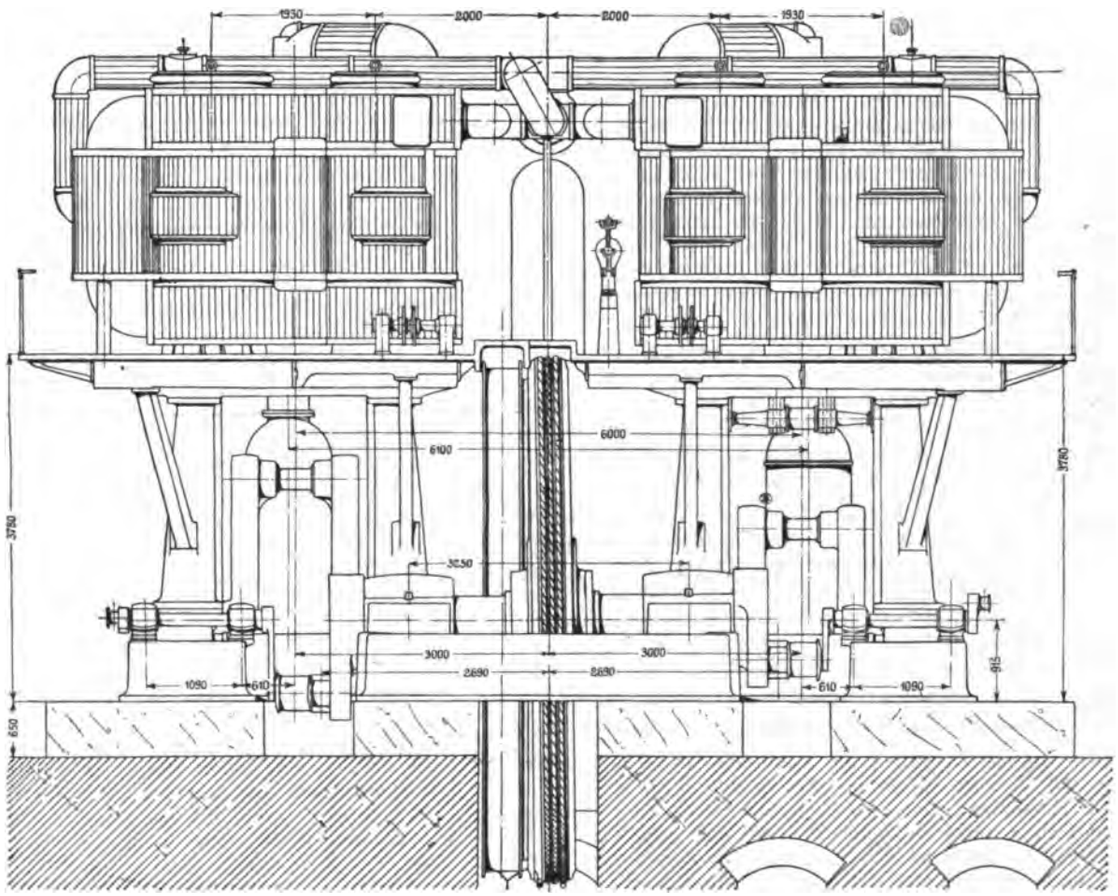


Fig. 257.

Hinteransicht.

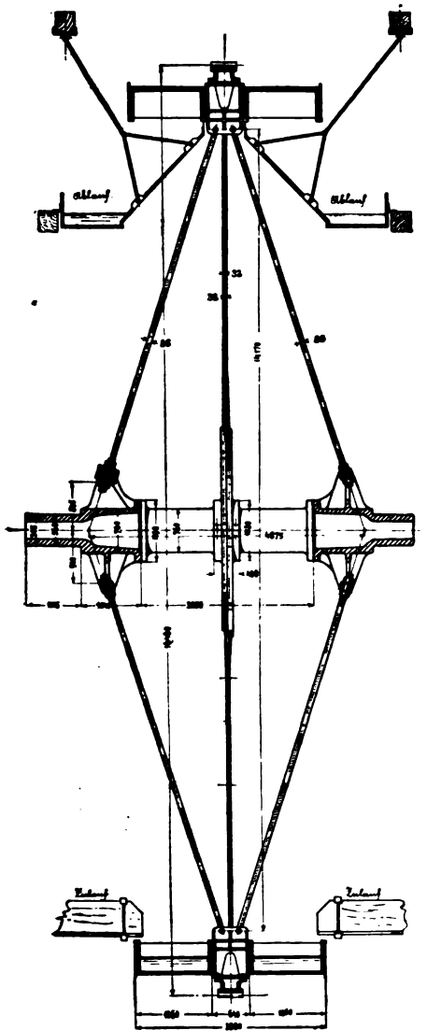
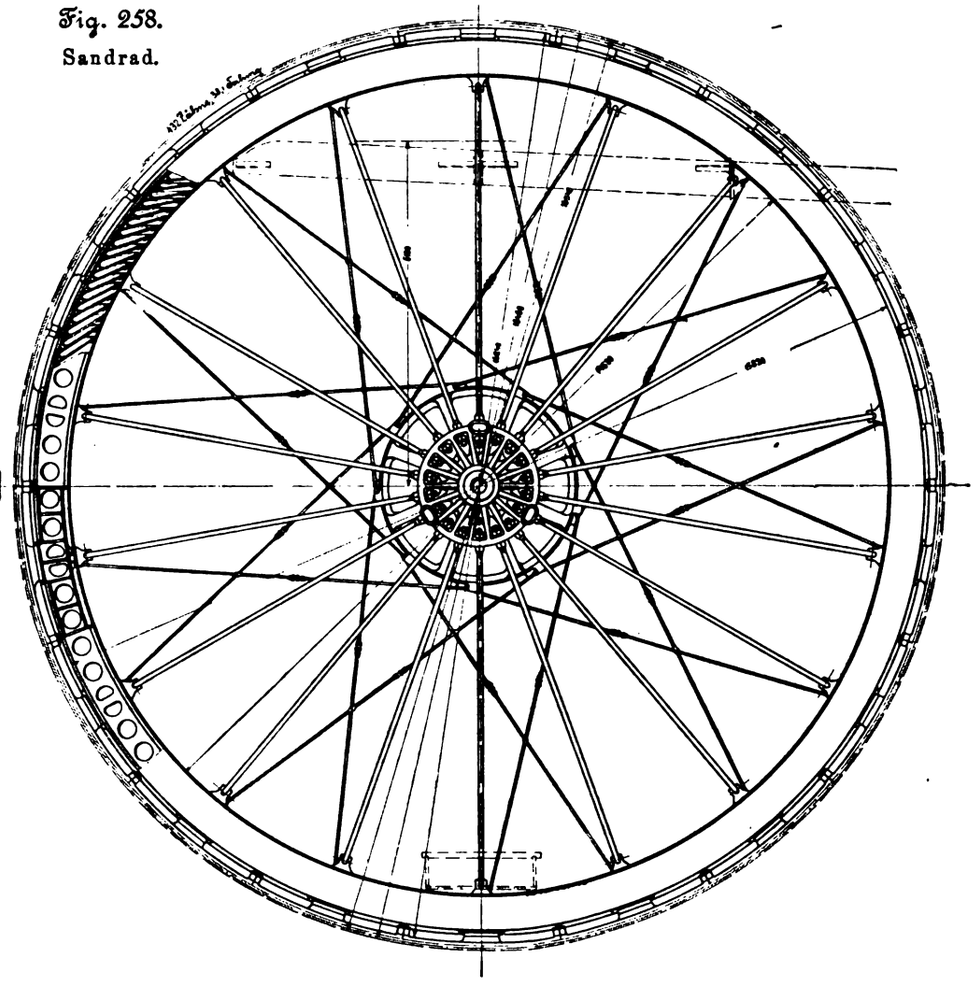


Fig. 258.

Sandrad.



»Huron« hingegen ist eine horizontale Maschine mit Räderantrieb.

Aufserdem wurde vor 2 Jahren eine neue grofse Pumpmaschine »Michigan« angelegt, eine stehende Dreifach-Verbundmaschine von 450 PS, 19 Min.-Umdr., Hoch- und Mitteldruckcylinder an einem Balanzier, der Niederdruckcylinder am zweiten angreifend, und eine ebensolche Maschine »Winnipeg« wird als Reservemaschine noch hinzukommen. Die Maschinen haben eine Leistungsfähigkeit von je 38 Mill. Gallonen. Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 18" = 457 mm, Mitteldruckcylinder 27¾" = 705 mm, Niederdruckcylinder 48" = 1219 mm, Hub 90" = 2286 mm, die gröfste Umdrehungszahl ist 30 i. d. Min., entsprechend einer Kolbengeschwindigkeit von 137 mm.

Die Stampfmühle enthält aufser Maschinen und Kesseln 4 Sandräder von 40' = 12,2 Dmr. und von je 18 bis 30 Mill. Gallonen Leistungsfähigkeit, um Sand und Wasser hochzuheben und durch Gerinne in den See fliessen zu lassen.

Die allgemeine Anordnung und die Einzelheiten dieser Sandräder sind in Fig. 253, 254 und 258 dargestellt.

Fig. 253 ist ein senkrechter Schnitt durch das Maschinenhaus und zeigt den Antrieb vermittels dreier vorgelegter Wellen von einer gemeinsamen Betriebsmaschine aus oder von dem Nachbargebäude aus vermittels Drahtseiltriebes.

Fig. 254 zeigt den Grundriss des Maschinenhauses mit einem Sandrade von 12,2 m Dmr. und dem neuen von 15,2 m Dmr. nebst Anordnung des Triebwerkes.

Fig. 258 zeigt die Einzelheiten des Sandrades von 15,2 m und die Anordnung des Wasserzulaufes und Ausgusses.

Die tägliche Lieferung der Sandräder von 15,2 m Dmr. beträgt 30 Millionen Gallonen Wasser und 3000 t Sand bei 3 m Geschwindigkeit in der Mittelrinne der Zellen. Letztere sind mit Holz verkleidet, um die Eisenteile gegen den Einfluss des scharfen Sandes zu sichern. Die zerstörende Wirkung dieses Sandes war die Veranlassung zum Bau dieser ungeheuren Räder gewesen. Alle anderen Einrichtungen, wie Schnecken, Pumpen usw., sind in zu kurzer Zeit zerstört worden. Transportbänder u. dergl. sind bei den grofsen Entfernungen zu unbequem. Die mechanische Ableitung des Sandes aus den Aufbereitungen ist aber unbedingt notwendig, da ungeheure Massen zu bewegen sind. Eine Vorstellung dieser Massenbewegung mag die Thatsache geben, dass gegenwärtig durch die Sandräder täglich eine Fläche von 4000 qm 0,4 m hoch mit Sand bedeckt wird und jetzt schon ein grofser Teil des Linden-Sees zugeschüttet ist. Diese grofse Schüttfläche ist wieder die Veranlassung, dass die Räder mit so grofsem Durchmesser und die neuen mit immer gröfserem Durchmesser gebaut werden müssen. Das Gewicht eines Rades von 15,2 m Dmr. mit Wassergehalt ist 180000 kg.

Zum Betrieb dieser Sandräder und der Waschmaschinen dient die Betriebsmaschine »Wabeck« (Dampfcylinder von 18" = 457 mm und 36' = 914 mm bei 60" = 1524 mm Hub, 700 PS). Diese Maschine war früher auf der Hecla-Grube in Verwendung und hatte eine Fördertrommel und Luftkompressionsmaschine zu betreiben.

Aufserdem sind 2 Reservemaschinen vorhanden. Auch sie waren ehemals Fördermaschinen (Cylinder 24" = 610 mm, Hub 48" = 1219 mm).

Pumpwerke »Michigan« und »Winnipeg«.

Der eigenartige Aufbau dieser Maschinen ergiebt sich aus Fig. 259 bis 261. Oertliche Verhältnisse bestimmen die Höhenlage der Pumpen. Diese sind Differentialpumpen mit innenliegendem grofsem Plunger, der in eine Führung ohne Dichtung eingepasst ist. Die Höhe der Pumpe ist durch den Gegenplunger mit Stopfbüchse bestimmt. Infolgedessen wird solcher Aufbau der Maschine notwendig, dass durch den Maschinenständer der ganze Pumpenbrunnen überspannt wird, und erst auf diesem Träger baut sich die normale Leavittsche Dampfmaschine auf, mit Balanzier zwischen den beiden Dampfcylindern und senkrechten Ständern zur Unterstützung der Dampfcylinder und zur Aufnahme der Führungen. Die Schubstange ist wagerecht nach seitwärts geführt und treibt dort die Kurbelwelle und das Schwungrad.

Beide Pumpwerke: »Michigan« und »Winnipeg«, sind neben einander aufgestellt, wie Seitenansicht und Grundriss zeigen; die Maschinen sind jedoch unter einander nicht kuppelbar.

Die Anordnung der Dampfcylinder, der Antrieb der Steuerung, die Luftpumpen usw. sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Für die Wasserversorgung des Ortes Calumet ist am Ufer des Oberen Sees eine Pumpstation angebracht, in der eine Worthington-Maschine aufgestellt ist. Die Druckleitung hat 305 mm Dmr. und 7200 m Länge, bei einer geodätischen Förderhöhe von 213 m.

Aufserdem sind 3 gröfsere Pumpmaschinen am Calumet-Teich für die Versorgung der nördlichen Maschinenanlagen »Superior« und »Hecla« vorhanden, davon 2 Worthington-Verbundmaschinen mit zusammen 14 Millionen Gallonen täglicher Leistungsfähigkeit und 1 Balanziermaschine mit oben liegendem Cylinder, unten liegendem Schwinghebel, seitlich angreifender Schubstange mit Schwungrad; tägliche Leistung 5 Millionen Gallonen.

Von dieser Pumpstation wird das Wasser durch eine Druckleitung unter Druckausgleichung durch Standrohr nach den Calumet und Hecla-Schächten geliefert und von hier aus nach den verschiedenen Maschinen- und Kesselhäusern für Dampferzeugung und Kondensation verteilt. Für sonstige Verwendungen ist die Wasserleitung, welche das Wasser aus dem Calumet-Teich entnimmt, ungeeignet.

Fördermaschinen.

Fig. 262 bis 264 zeigen in Aufriss, Grundriss und Rückansicht die allgemeine Anordnung und die Einzelheiten der Abteuf-Fördermaschinen Delaware und Iroquois mit Friktionsseilscheiben.

Die Antriebmaschine ist eine Tandem-Verbund-Corliss-Maschine. Hochdruck- und Niederdruckcylinder sind durch einen gusseisernen Versteifungsrahmen verbunden. Der Aufbau dieser Maschine ist typisch für die in letzter Zeit fabrikmäfsig gebauten Corliss-Maschinen. Es liegt das Bestreben vor, ein einheitliches Cylindermodell zu verwenden und jeden Zusammenbau der Cylinder durch einfache Zwischenstücke zu ermöglichen; diese sind mit dem Niederdruckcylinder verflanscht, fassen den Hochdruckcylinder jedoch nur an den beiden Seitenflächen an und sollen dadurch Ausdehnung der Cylinder zulassen.

Aufserordentlich schwerfällig gestalten sich die Rohrverbindungen zwischen den Cylindern. Nicht nur, dass die Einströmungsleitungen oberhalb der Cylinder in einer sehr weitläufigen und hässlichen Weise sich entwickeln und auch das Ueberströmungsrohr schräg nach aufwärts geführt werden muss; es sind aufserdem auch die Auspuffleitungen unterhalb jedes Auslassschiebers als flache viereckige Kanäle ausgeführt, die auf grofsem Umwege mit vielen Richtungsänderungen die einzelnen Dampfüberströmungen schaffen. Eine so verwickelte und zweckwidrige Anordnung ist nur durch den Umstand zu erklären, dass diese Rohrleitungen in der Regel nicht im Lieferpreis der Maschine inbegriffen sind, daher die Dampfmaschine zu gunsten eines billigen Verkaufpreises ohne die sonst üblichen angegossenen Kanäle geliefert wird.

Die Corliss-Steuerung selbst bietet nichts Besonderes; es ist die in den letzten 5 Jahren allgemein bekannt gewordene neuere Corliss-Steuerung mit den grofsen kreuzförmig gebogenen Steuerhebeln. Die Verbindung der Corliss-Steuerung mit der Stephensonschen Kulissensteuerung, die Anordnung

Fig. 259 bis 261.

Pumpwerke »Michigan« und »Winnipeg«.

Maßstab 1:75.

Fig. 259.

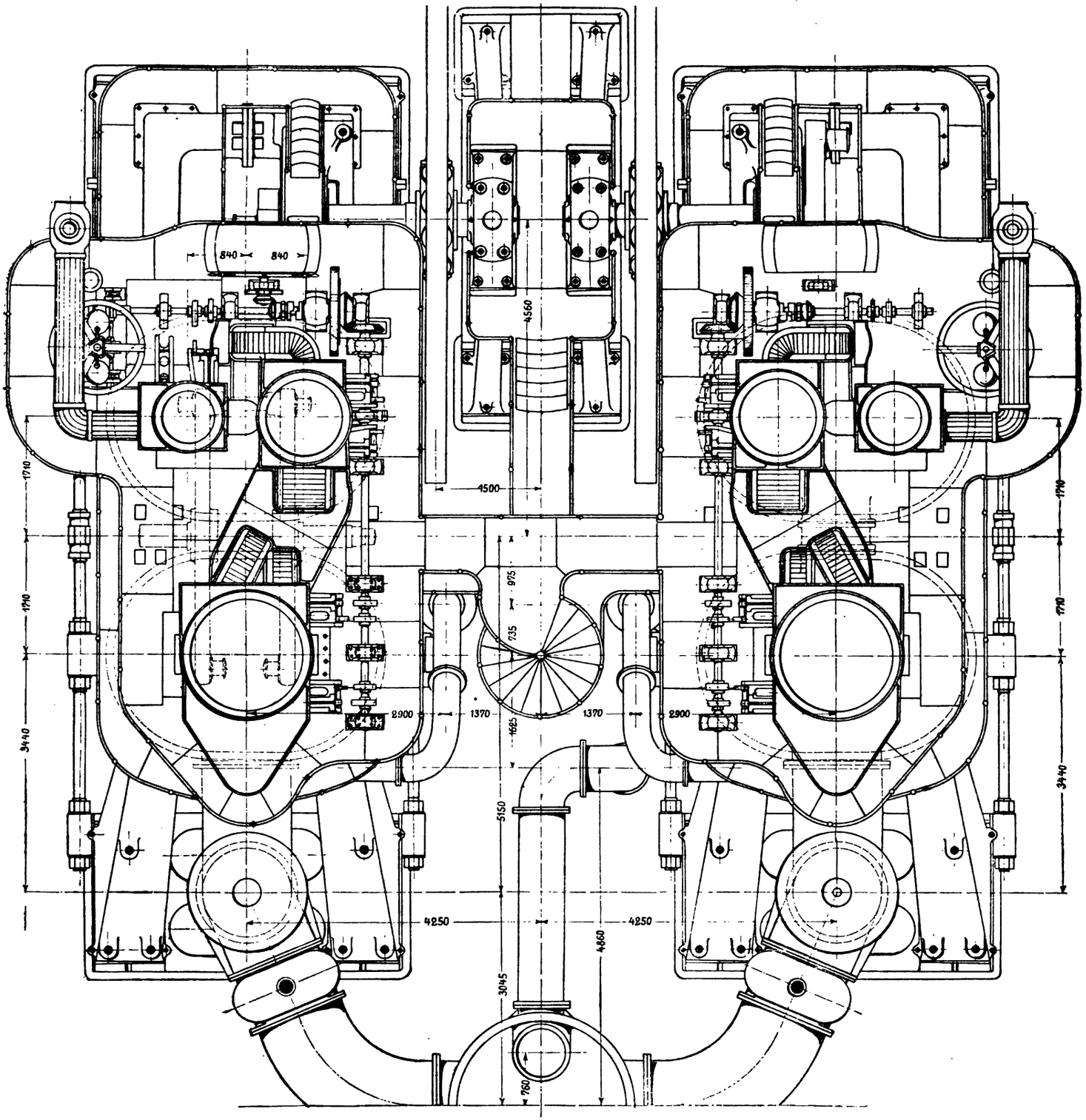


Fig. 260.

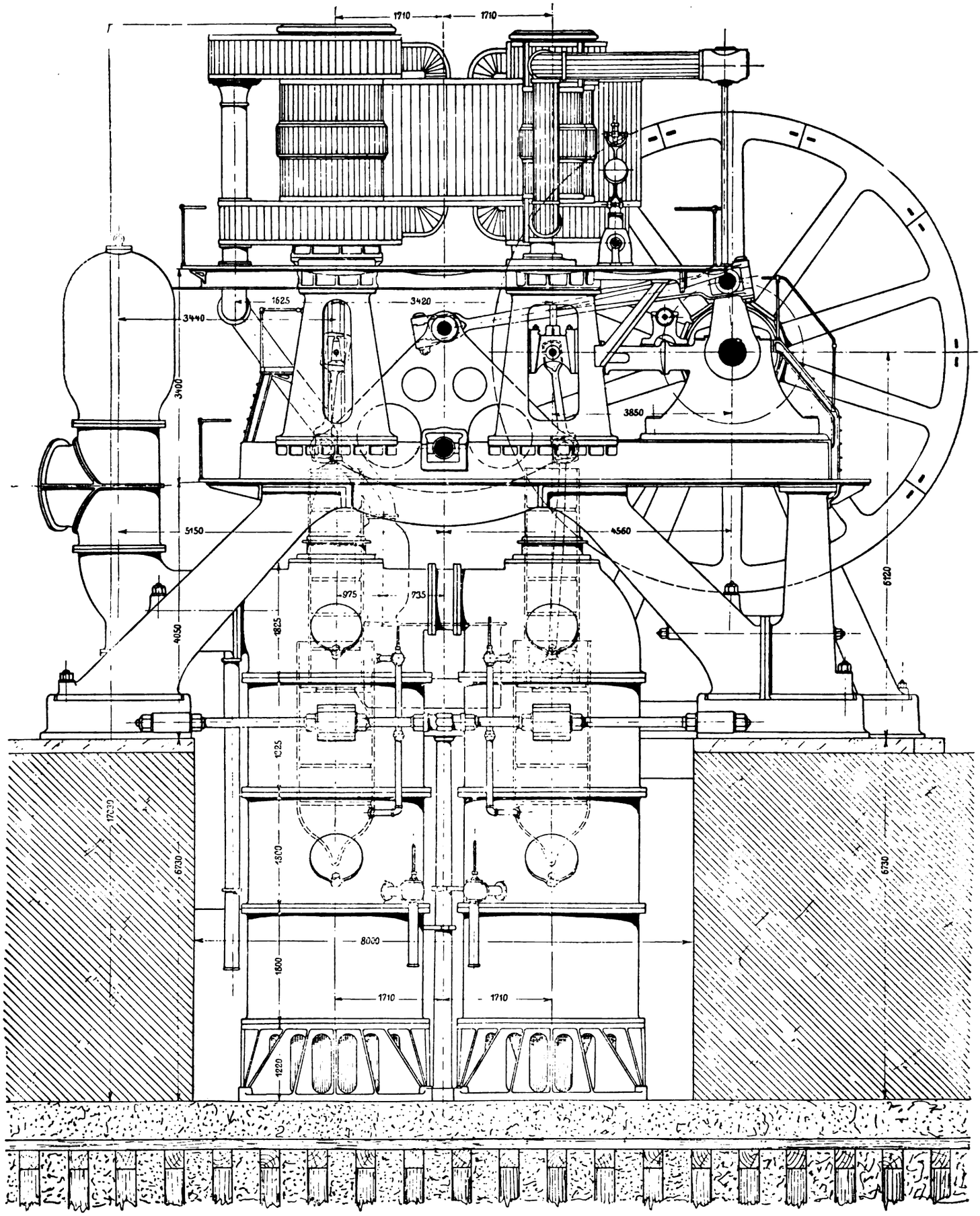

1710
1710
1625
3420
3440
3400
3850
5150
4560
6120
975
735
4050
1825
1325
1300
6730
6730
8000
1800
1710
1710
1220

Fig. 261.

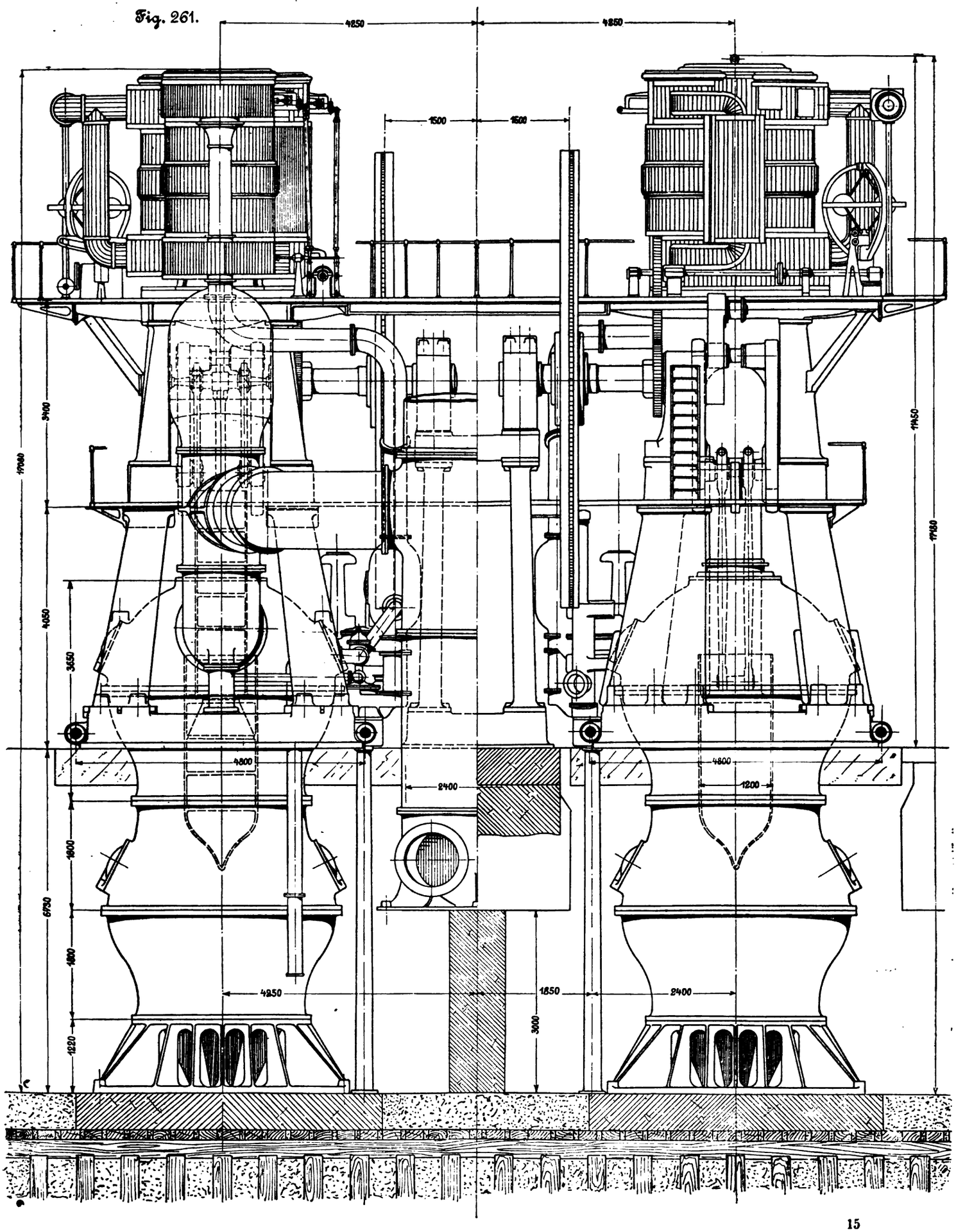

4250
4250
1500
1500
3400
17080
4050
3650
11450
17180
4800
4800
2400
1200
1800
6730
1800
1220
4250
1850
2400
3000

Fig. 262 bis 264. Abteuf-Fördermaschine

Fig. 262.

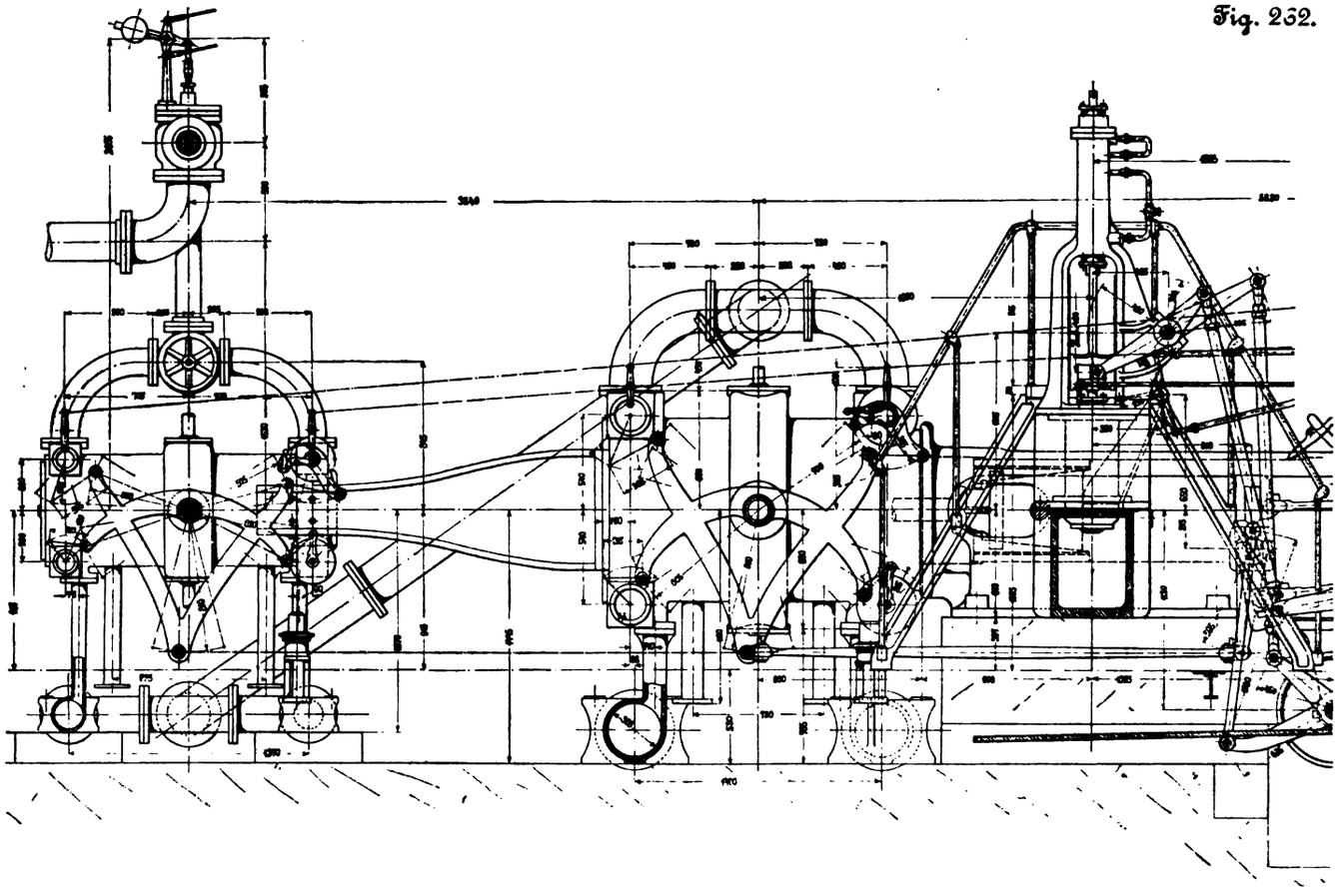
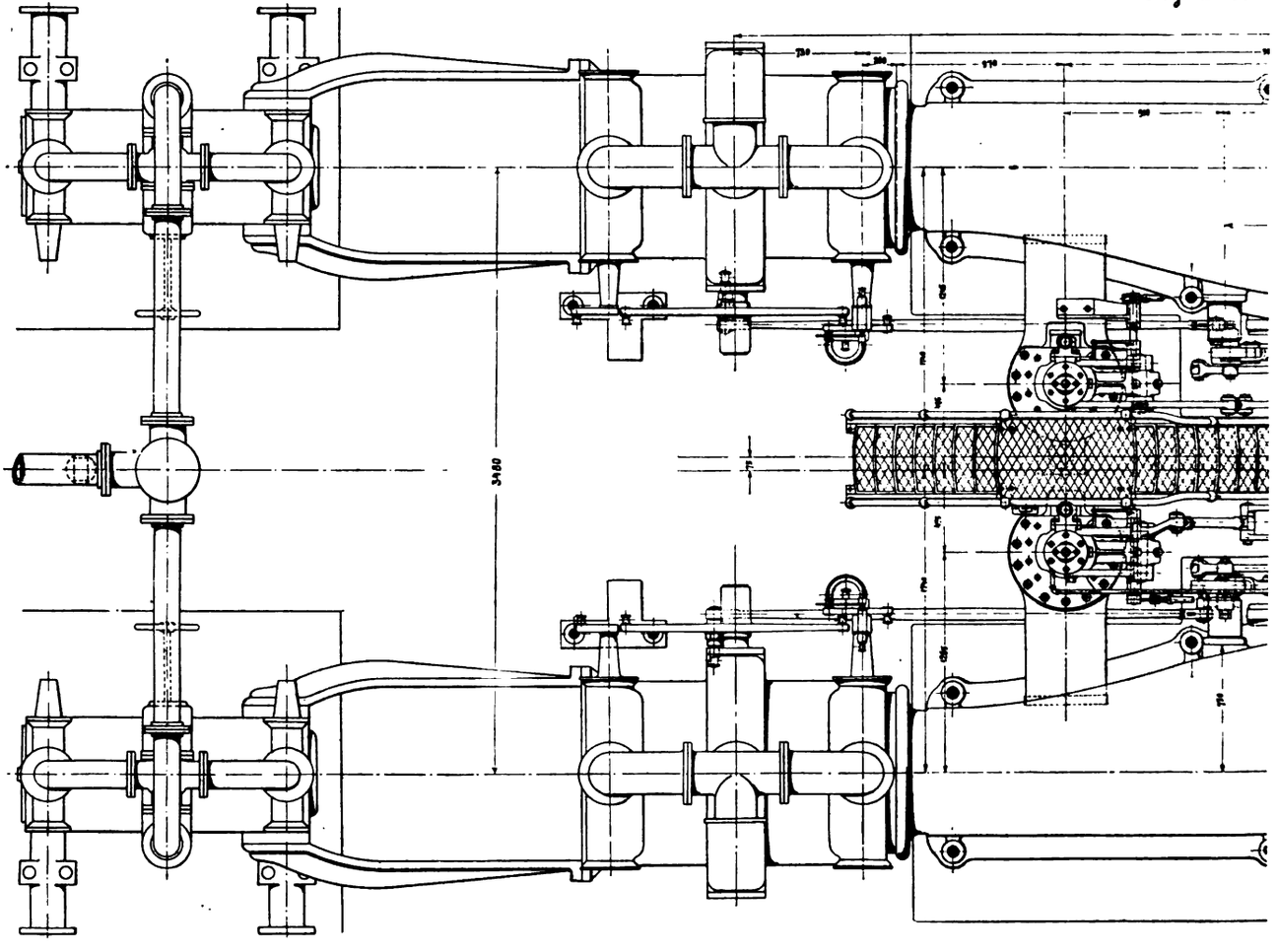
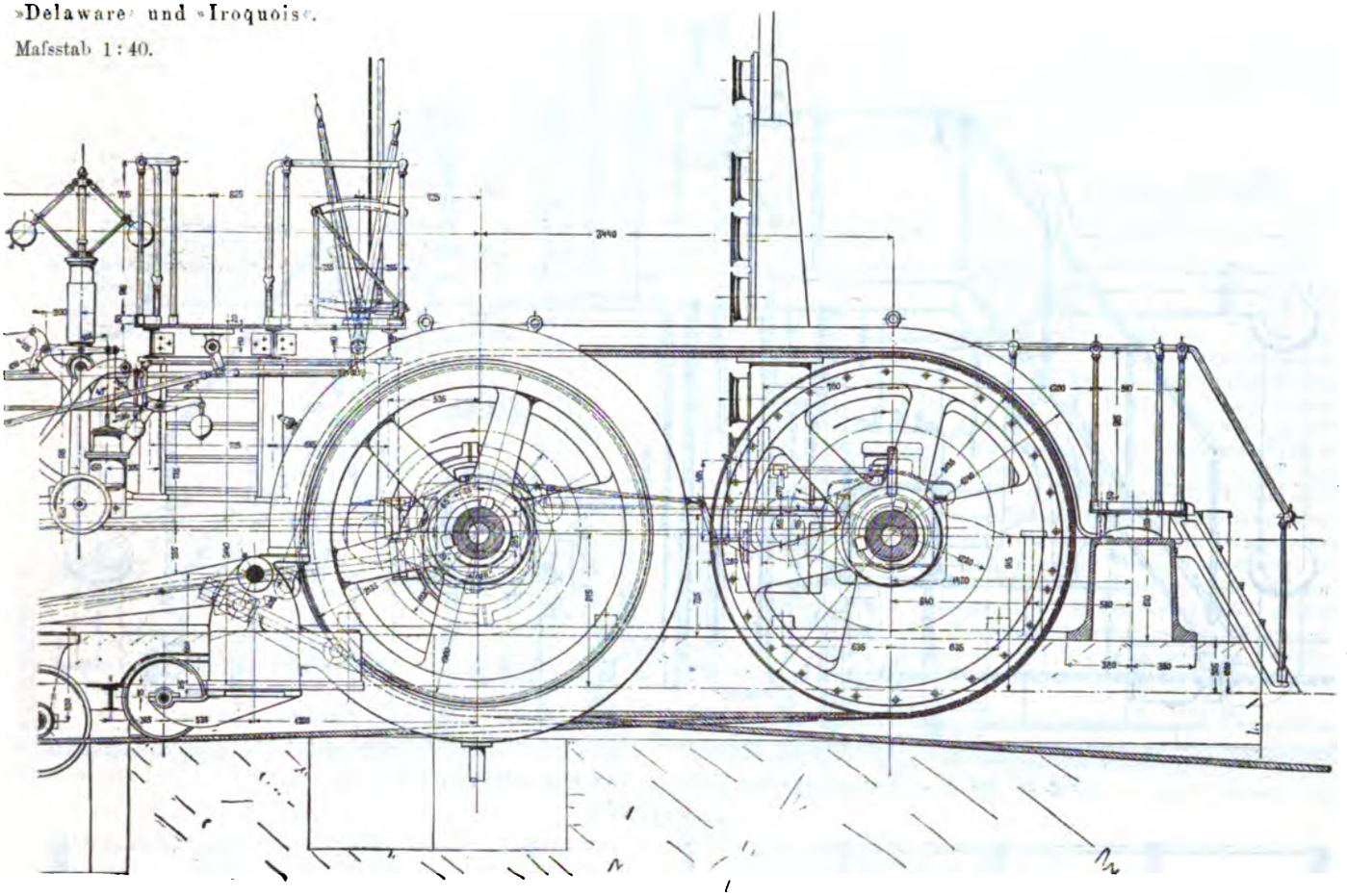


Fig. 263.



»Delaware« und »Iroquois«.

Mafsstab 1 : 40.



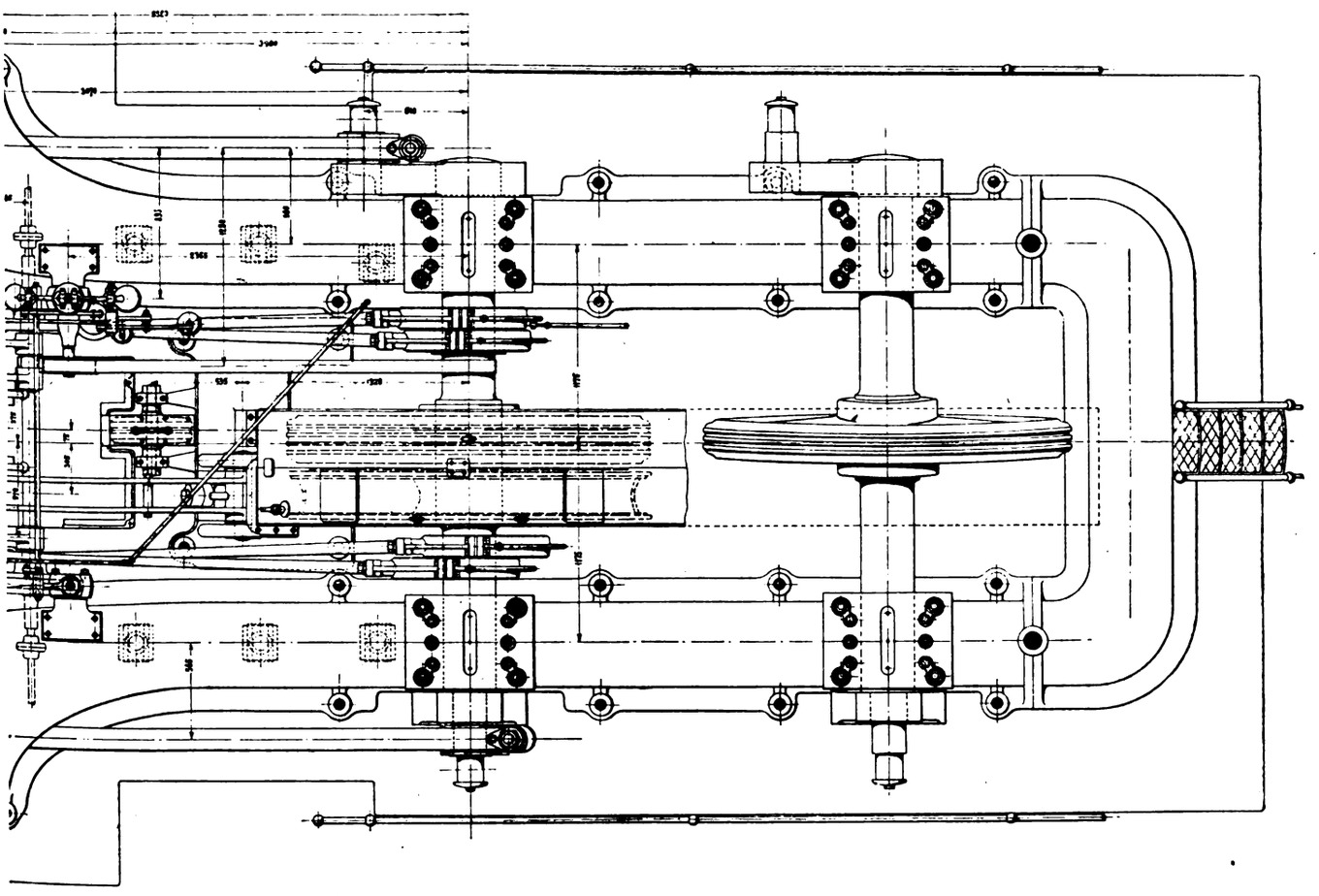


Fig. 264.

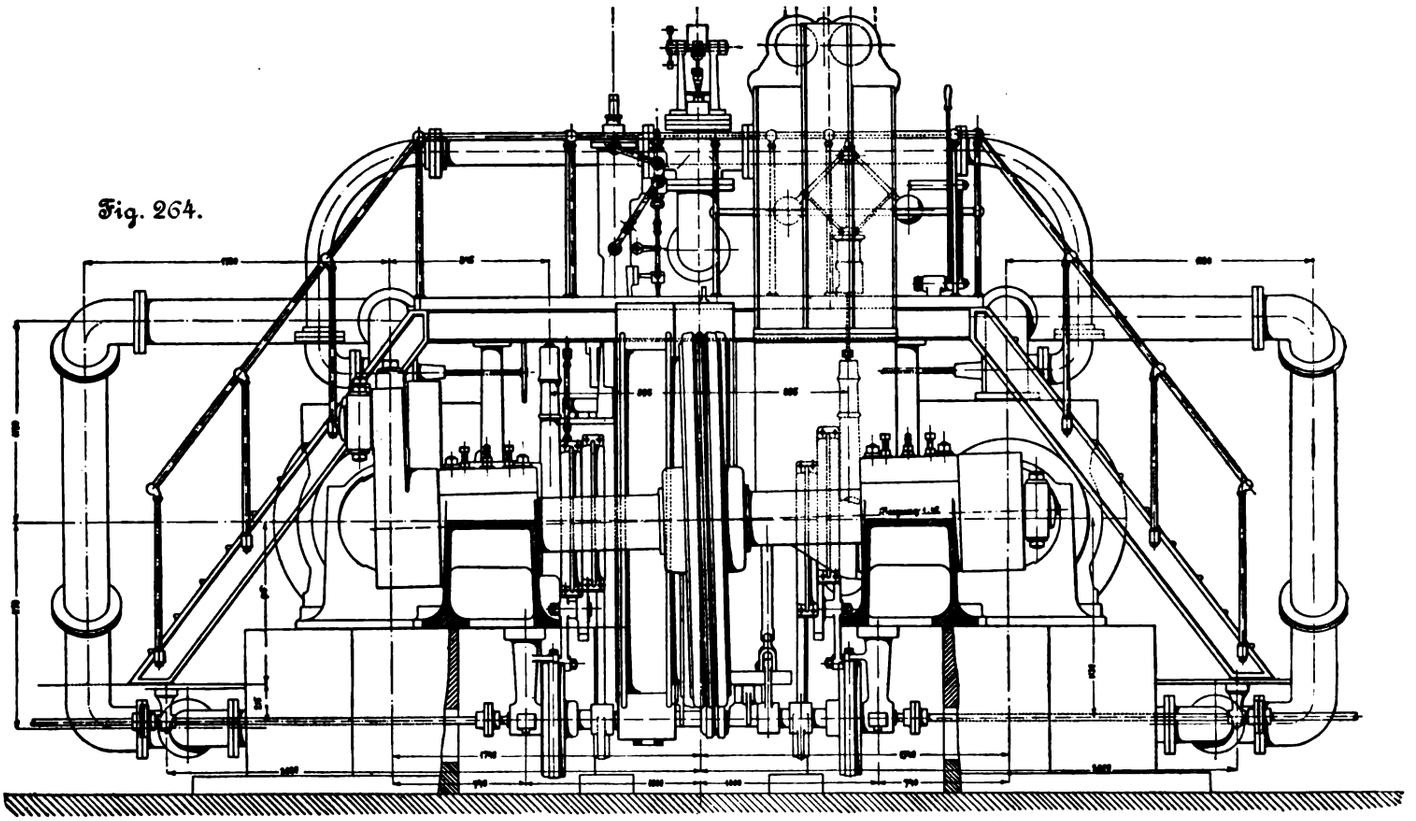


Fig. 265 bis 267. Kesselhaus der Calumet und Hecla-Grube. Maßstab 1:250.

Fig. 265.

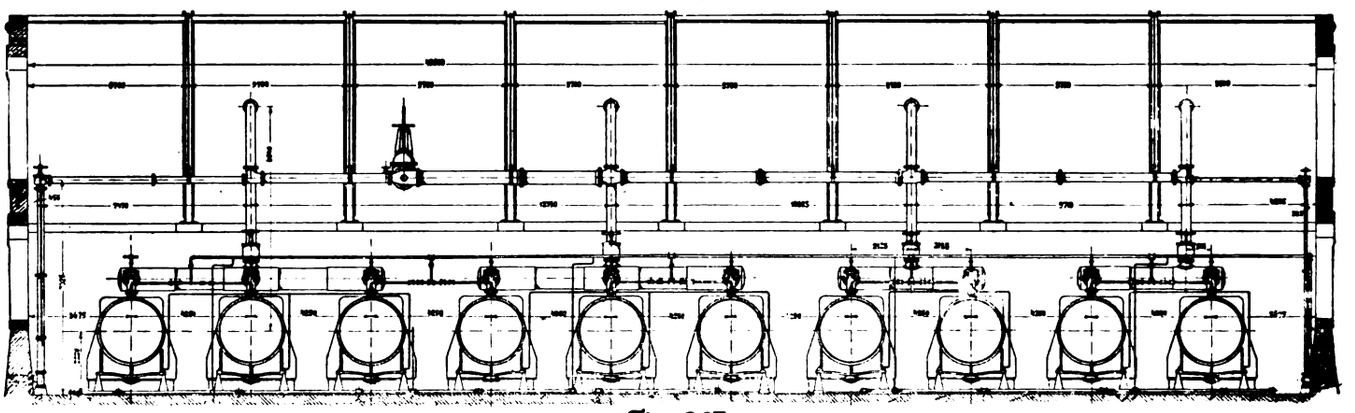
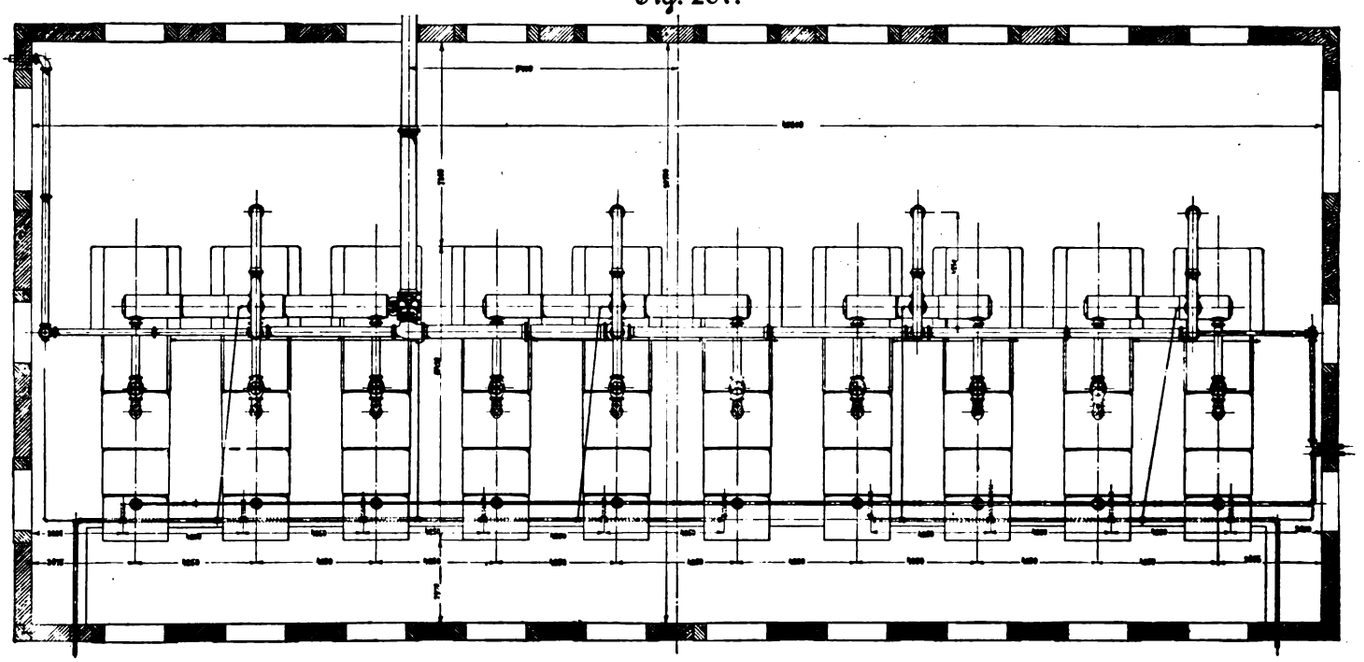


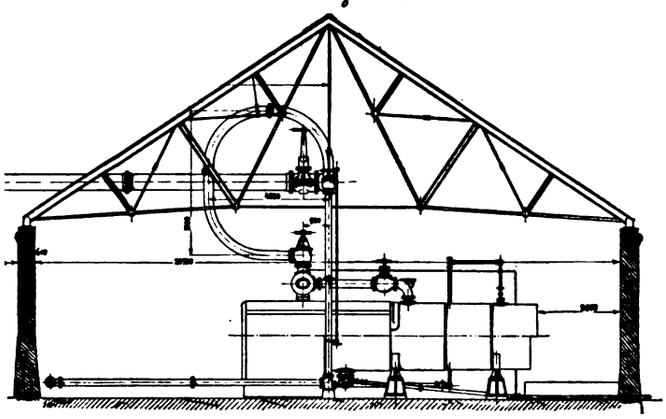
Fig. 267.



der letzteren nebst Stellzeug, hydraulischer Umsteuerung, selbstthätigem Regulator für die Ausklinkung im Zusammenhang mit der Steuerbühne ist aus den Figuren ersichtlich, ebenso die Anordnung der Reibungstrommeln. Die äufsere Reibungstrommel ist im Verhältnis 1 : 42 geneigt aufgestellt, um das richtige Auflaufen der Seile in die Nuten zu sichern.

Fig. 265 und 266 zeigen im Querschnitt und Längsschnitt, Fig. 267 im Grundriss die normale Anordnung der neueren Kesselhäuser für den Betrieb der grofsen Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube. Die Kessel, als Lokomotivkessel mit innerer Feuerung ausgeführt, sind in Gruppen aufgestellt und zu je 2 bis 3 durch gemeinsame Dampfsammler

Fig. 266.



verbunden. Von diesen wird der Dampf dem hochliegenden Hauptdampfrohr durch weit ausgebogene Kupferröhren zugeführt, um die Ausdehnungsfähigkeit zu sichern. Die Anordnung ist aus den Zeichnungen ersichtlich.

Pumpwerke.

In den Fig. 268 bis 272 sind die Bauart und allgemeine Anordnung der älteren Pumpwerke für die Wasserversorgung der Calumet und Hecla-Grube dargestellt. Fig. 268 zeigt die Anordnung der Pumpmaschine No. III am Calumet-Teich für die Wasserversorgung des Maschinenhauses Superior. Die Verbundmaschine ist stehend aufgebaut und treibt durch die zwischengeschaltete doppelarmige Schwinge, an welche eine von der Schwungradwelle seitlich abgelenkte Schubstange angreift, 2 einfachwirkende Plungerpumpen. Die Steuerung der Dampfmaschine erfolgt durch die bekannten Leavittschen Gitterschieber. Die Aufnehmer sind quer zwischen die beiden Dampfcylinder eingebaut und mit eingesetzten Heizröhren versehen. Die Pumpencylinder sind starr mit dem Maschinenrahmen verbunden und der untere Teil auf einer besonderen Lagerplatte vermittels Stellschrauben einstellbar.

Fig. 269 bis 272 zeigen die Anordnung des Pumpwerkes »Ontario« für die ursprüngliche Wasserversorgung der Pochwerke am Lindensee. Die Bauart ist ähnlich der vorerwähnten Pumpe, jedoch ist der Hochdruckcylinder geneigt aufgestellt, und das Schwungrad näher an die Maschinenmitte gebracht. Auch hier sind 2 einfachwirkende Pumpen, die eine direkt vom Niederdruckcylinder, die zweite von der Schwinge aus angetrieben.

Die Anordnung der Steuerung und sonstige Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Fig. 273 zeigt die Heusinger-Steuerung der Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« der Calumet und

Fig. 268.

Pumpwerk No. III am Calumet-Teich. Mafsstab 1 : 80.

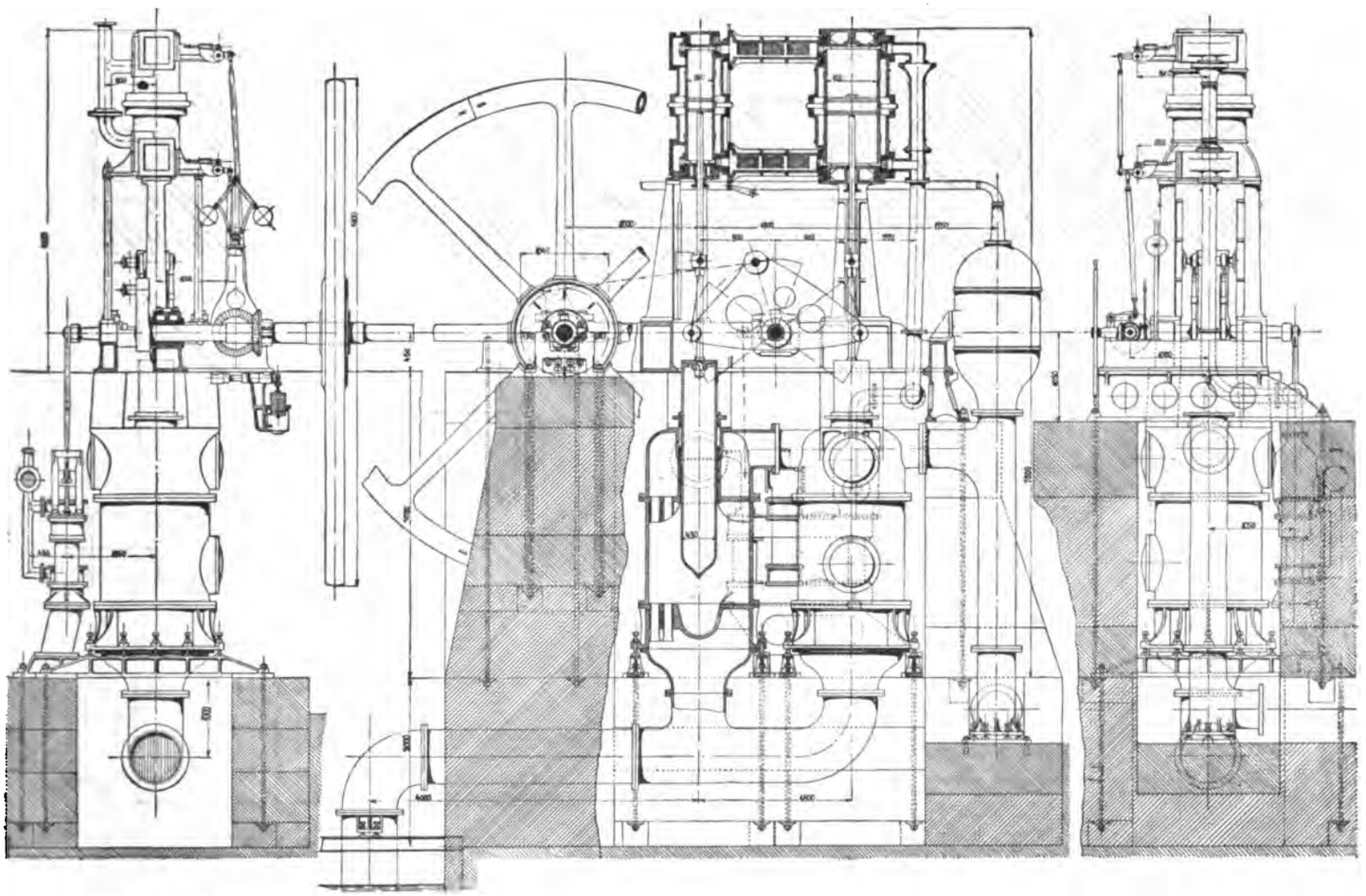
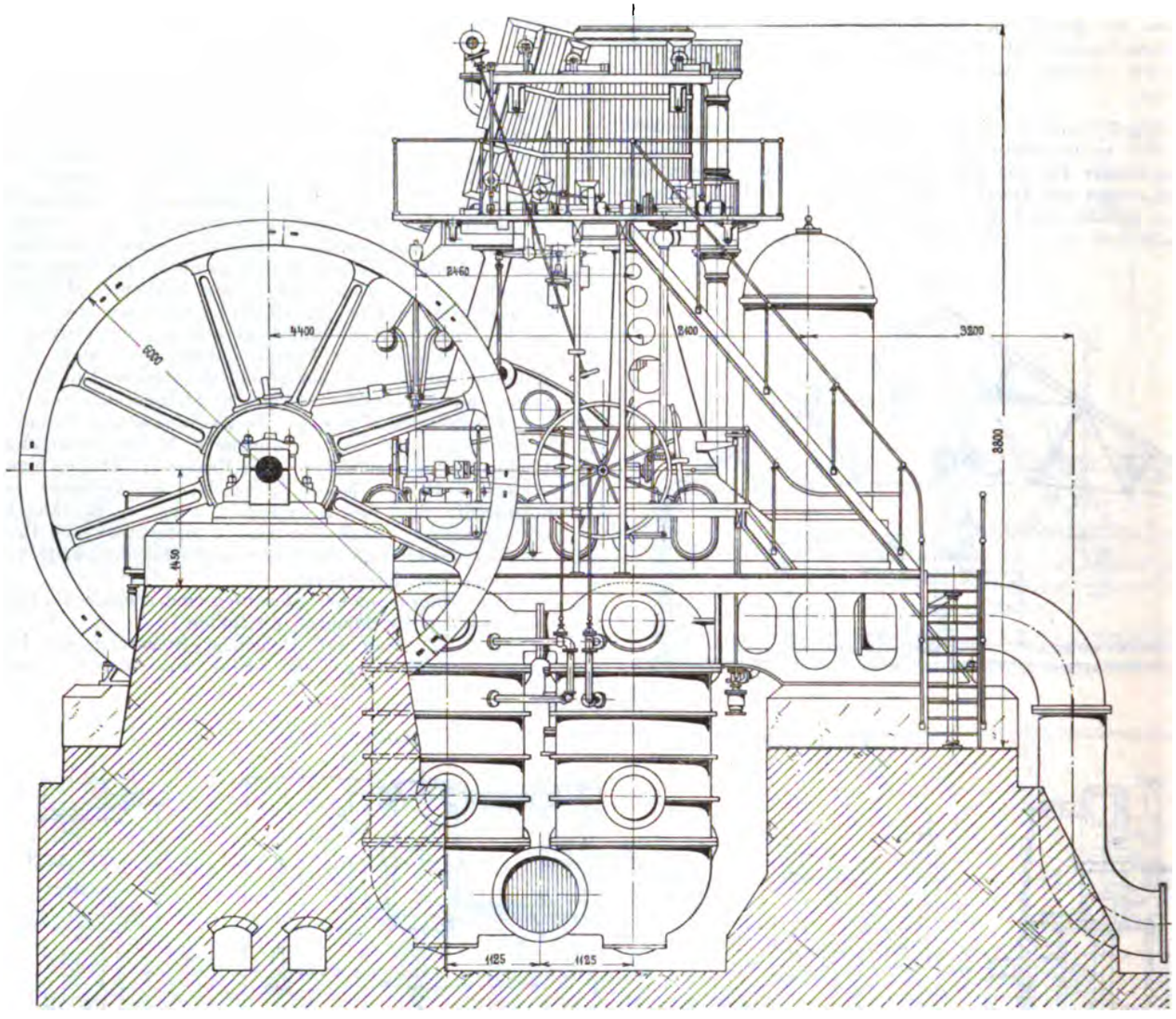


Fig. 269 bis 272. **Pumpwerk**

Fig. 269.



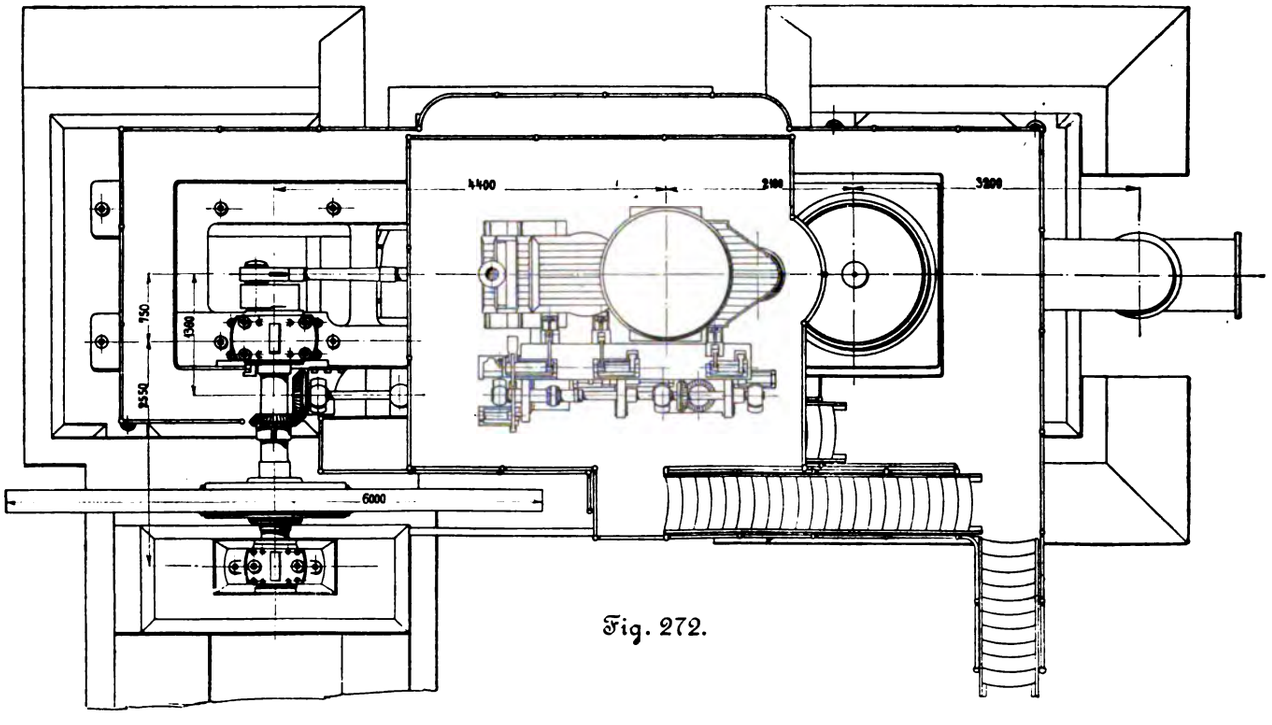


Fig. 272.

»Ontario«. Mafsstab 1 : 80.

Fig. 270.

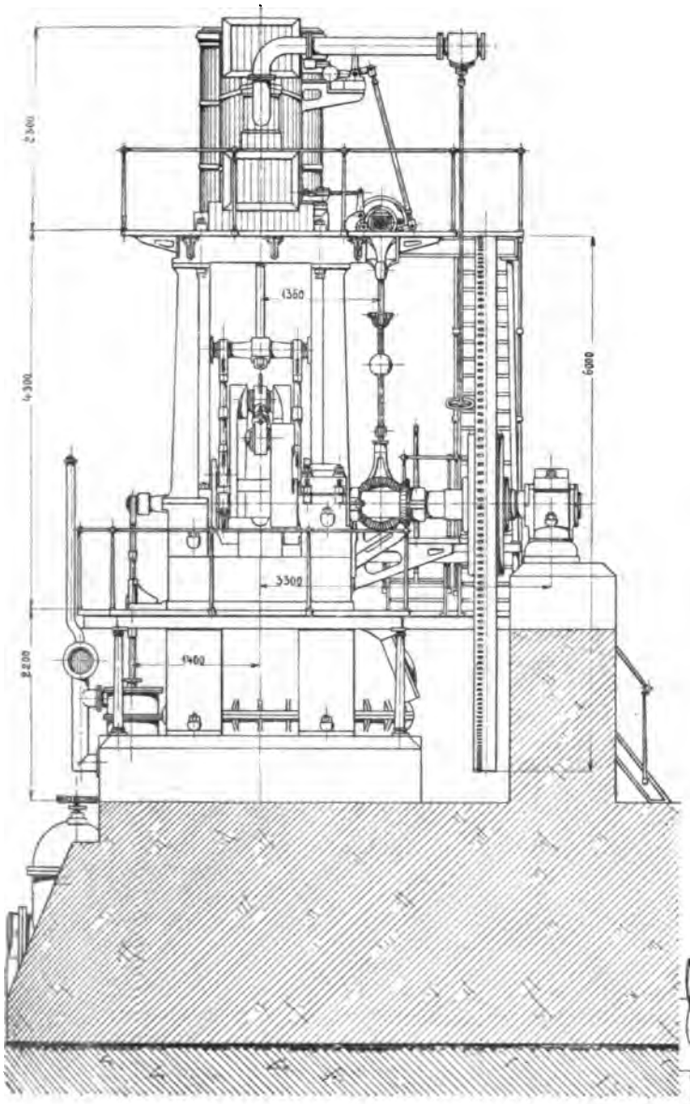


Fig. 271.

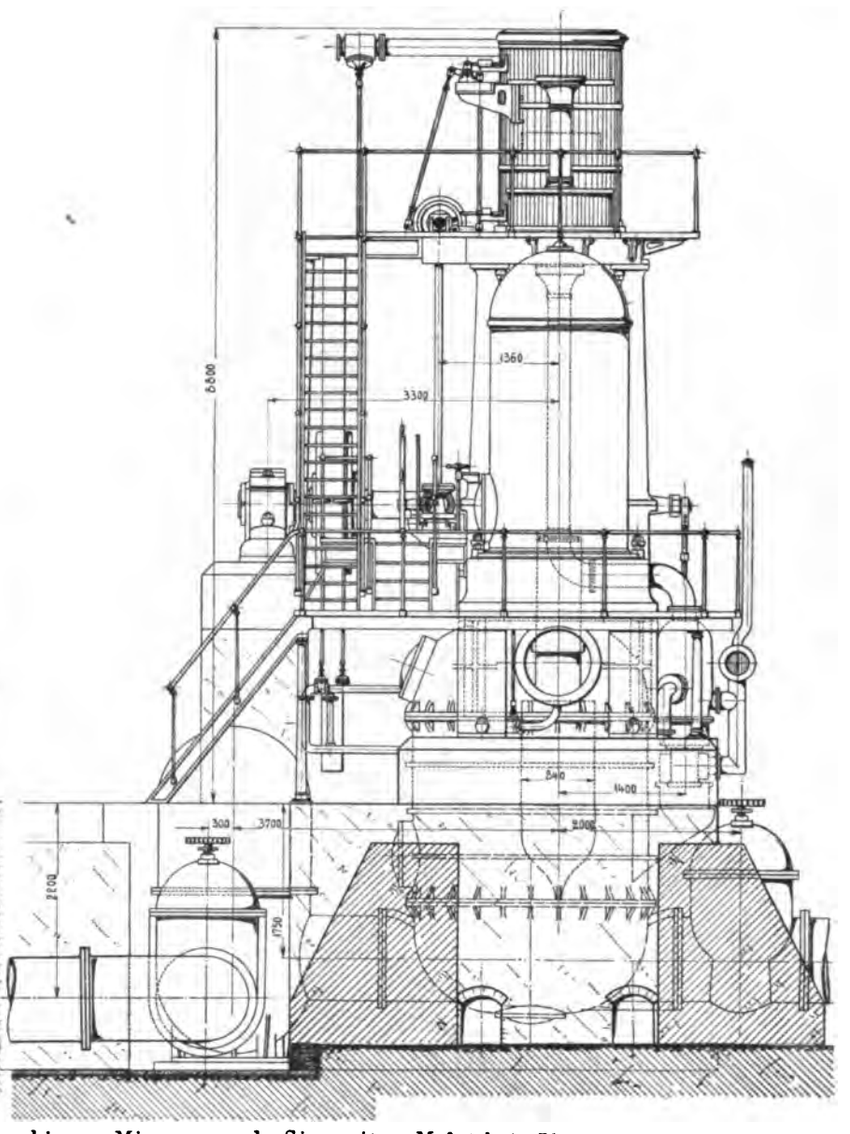


Fig. 273. Steuerung der Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit«. Mafsstab 1 : 70.

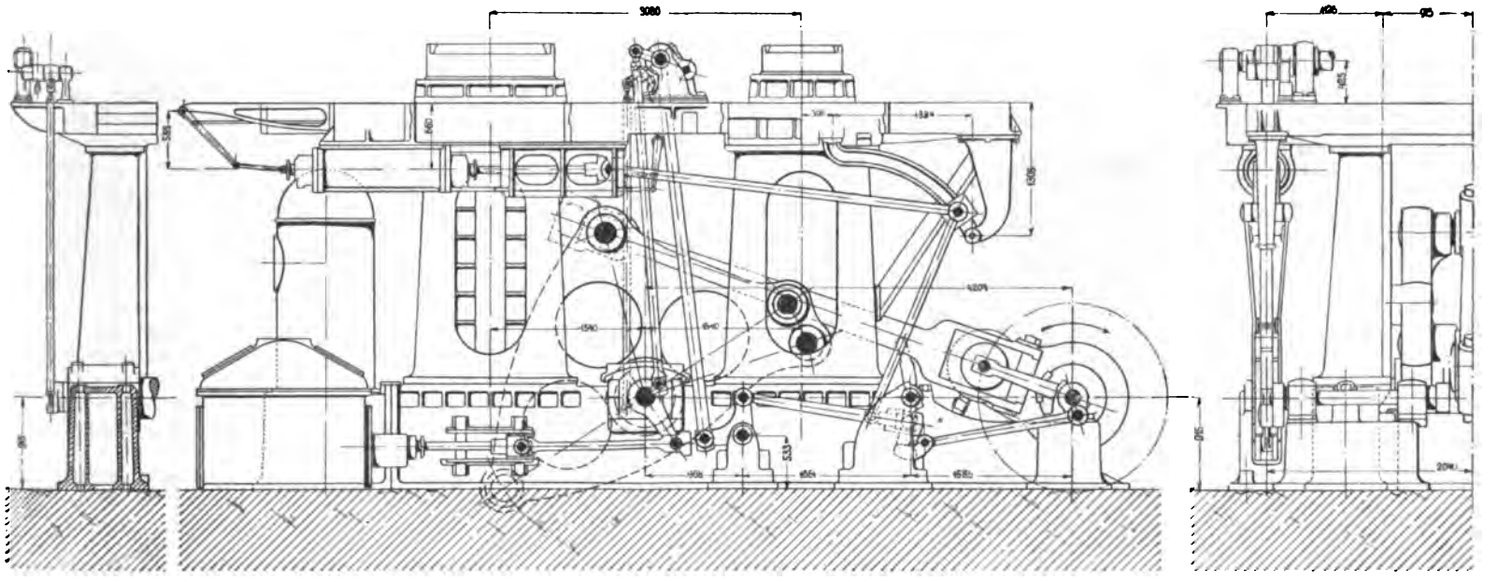


Fig. 274.

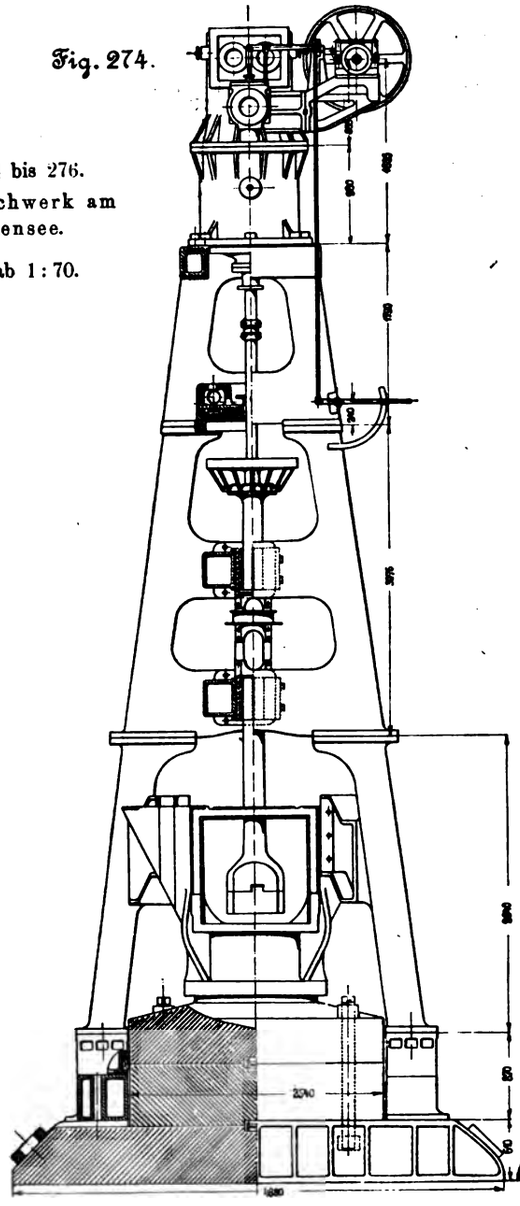


Fig. 275.

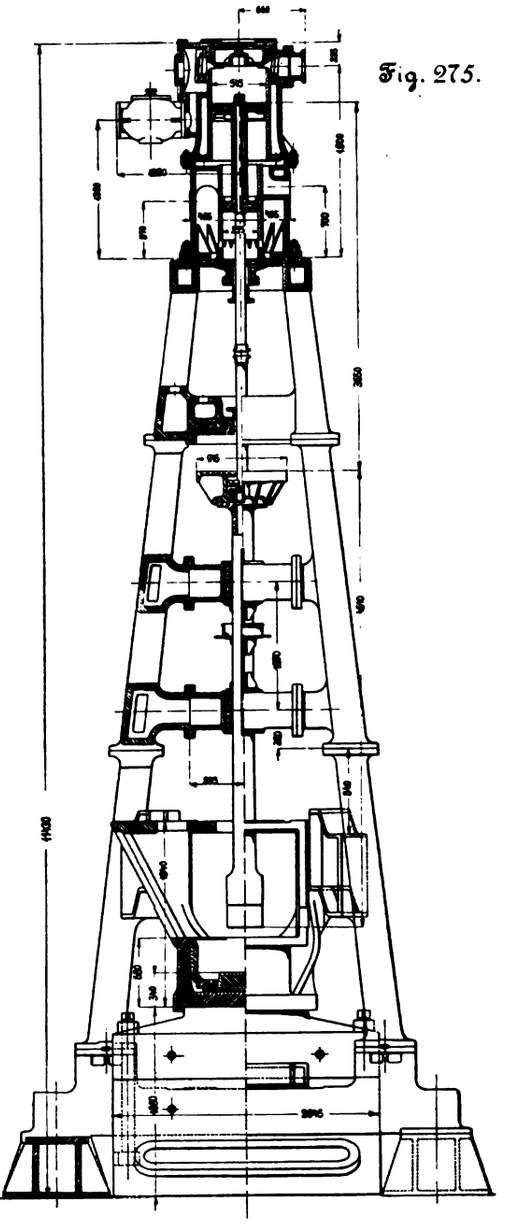
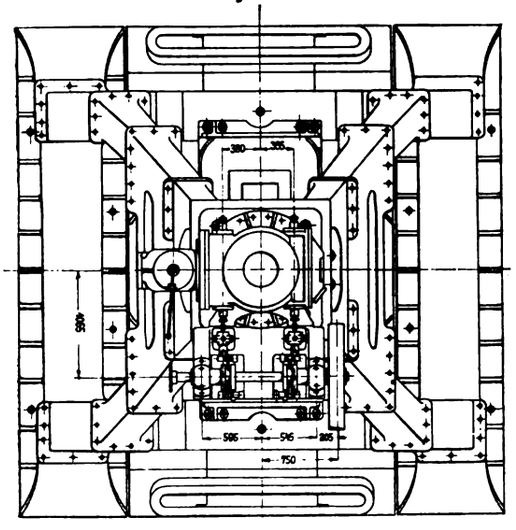


Fig. 274 bis 276.
Dampfpochwerk am Lindensee.

Maßstab 1 : 70.

Fig. 276.



Hecla-Grube in Ergänzung der schematischen Darstellung auf S. 107 u. 108.

Fig. 274 bis 276 zeigen die Anordnung und die Einzelheiten der Dampfpochwerke für die Kupfererzaufbereitung am Lindensee. Um den Kraftbedarf der Pochwerke möglichst zu vermindern, ist Verbunddampfverteilung ausgeführt. Da der Schlagkopf seine Höhenlage ändert, ist die Einrichtung so getroffen, dass bei nachrückendem Pochstempel der schädliche Raum unterhalb der beiden Dampfkolben keinen zu grofsen Einfluss auf den Dampfverbrauch ausüben kann. Dies führt auf die Verwendung einfach gesteuerter Dampfcylinder, derart, dass sowohl Hoch- als Niederdruckcylinder von unten beständig Dampf erhalten, also die Höhenlage des Kolbens ohne Einfluss bleibt; nur die obere Fläche des Niederdruckkolbens erhält wechselnde Dampfverteilung durch die Gitterschieber, die von unrunden Scheiben von der durchlaufenden Transmissionswelle angetrieben werden. Aufserdem ist an jedem Dampfpochwerk ein Absperrventil angebracht.

Die Führung der Kolbenstange, die Schutzvorrichtung gegen zu hohen Aufschlag, die Anordnung der Pochcylinder sowie die Fundirung sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

A. Riedler.

Luftkompressionsmaschinen.

Die Verwendung von Druckluft ist in Amerika seit den ersten Zeiten der Aufschliefsung des Landes mit grofsen technischen Mitteln eine sehr hervorragende gewesen und bis jetzt geblieben, vornehmlich für alle Arten von Gesteinbohrarbeiten und für Bergbauzwecke im allgemeinen, insbesondere bei den grofsartigen, unsere Verhältnisse weit übertreffenden Erzbergbauanlagen.

Im Westen und Süden des ganzen Kontinents ist überhaupt ein anderes Kraftmittel für unterirdische Betriebe bisher noch nicht verwendet worden, mit Ausnahme des Dampfes, der dort Verwendung findet, wo die Wärme ein unüberschreitbares Hindernis nicht bildet.

Die Zahl der hier betriebenen und von hier nach Mexiko, Südamerika und Südafrika gelieferten Maschinen für Druckluferzeugung und -Verwendung dürfte auf hunderttausende von Pferdestärken zu schätzen sein.

Viele Konstruktionen bieten technisches Interesse, und im Nachfolgenden sollen die wesentlichsten gekennzeichnet werden. Seitdem die neuen Kompressoren der Pariser Druckluftanlage, welche in englischen und amerikanischen Zeitschriften schon lange vor der Ingangsetzung beschrieben worden sind, zuerst bekannt wurden, wird in Amerika die Mehrzahl der Kompressoren mit gesteuerten Ventilen und als Verbundkompressoren gebaut, selbst bei ganz kleinen Maschinen.

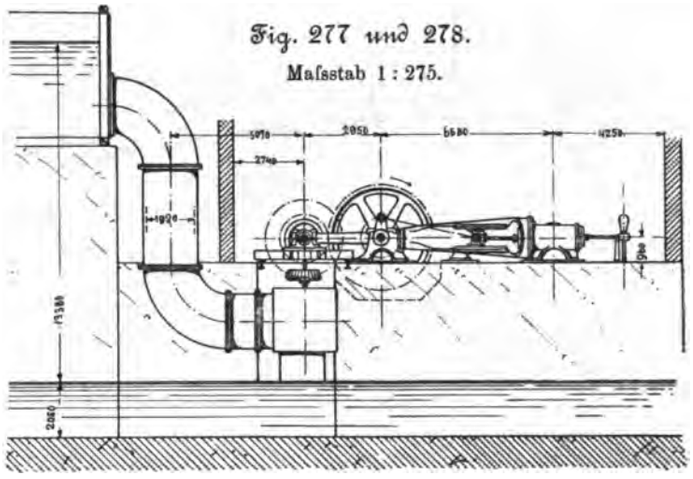
Ich übergehe hierbei ältere Konstruktionen, welche kaum mehr oder nur vorübergehend Verwendung finden, vollständig; sie sind in den amerikanischen Patentschriften und Fachzeitschriften in unvollkommenen Abbildungen dargestellt. Die Zahl der versuchten und patentirten Konstruktionen, insbesondere der Luftkompressionsmaschinen, ist eine ungeheuere.

Die gröfste Verbreitung unter den Luftkompressoren haben die Maschinen von Rand gefunden; sie sind schon im Bericht über die Calumet-Anlagen erwähnt. Die Bauart bietet nichts besonderes, sie ist ähnlich den beim Gotthard-Tunnel verwandten Colladon-Kompressoren. Die Saug- und Druckventile sind im Deckel, und zwar die Saugventile unten, die Druckventile oben angebracht; aufserdem sind verschiedene Einrichtungen gewöhnlicher Art für innere und äufsere Kühlung vorgesehen.

Eine gröfsere Maschinenanlage mit Rand-Kompressoren ist in den Eisensteingruben Iron Mountains für die Druckluftversorgung der dortigen Chapin-Grube in Verwendung. Für den Betrieb dient eine etwa 4,8 km entfernte Wasserkraft, welche durch Turbinen ausgenutzt wird und die Luftkompressoren mit Räderübersetzung antreibt. Die Kraftlieferung für die Grube wird von einer unabhängigen Gesellschaft, der Hydraulic Power Co., besorgt. Diese Gesellschaft liefert der Chapin-Grube Druckluft zu Kraftzwecken; daneben

Fig. 277 und 278.

Mafsstab 1 : 275.



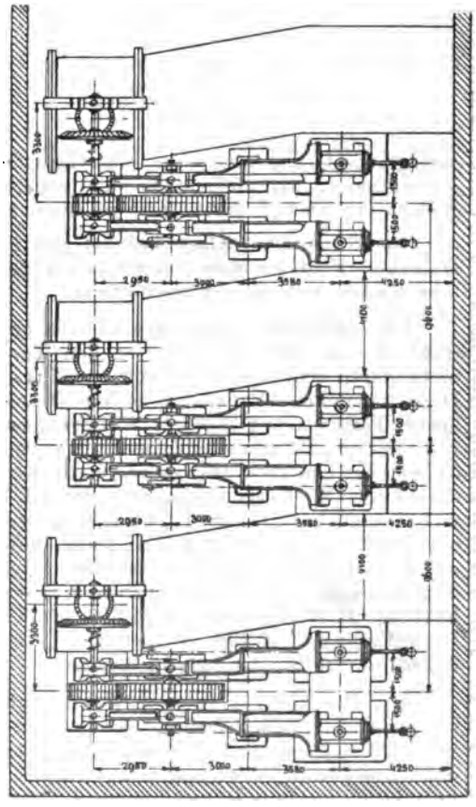


Fig. 279. Maßstab 1 : 100.

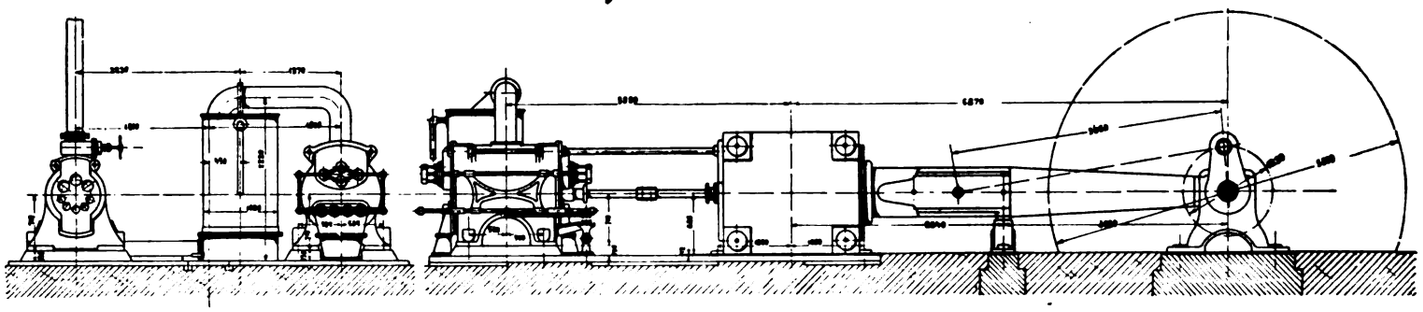


Fig. 280. Maßstab 1 : 25.

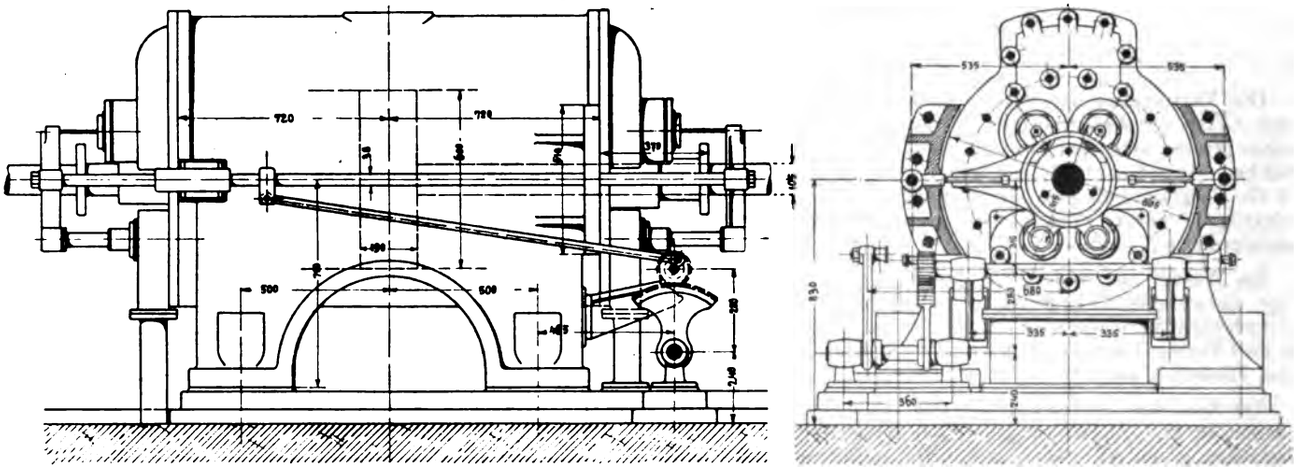
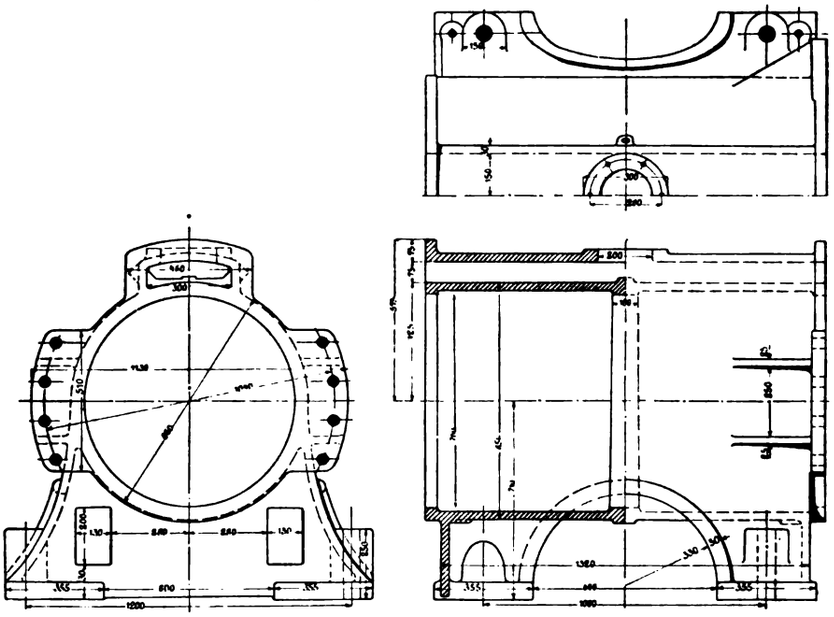


Fig. 281. Maßstab 1 : 25.



verfügt die Grube aber über ausreichende Dampfkessel, um nötigenfalls den ganzen Betrieb mit Dampf durchführen zu können.

Die Kompressoranlage befindet sich in Quinnesec Falls am Menominee-Fluss, ungefähr 4,8 km von der Grube entfernt.

Das natürliche Gefälle des Flusses beträgt 15,9 m. Das Wasser wird den Turbinen durch eiserne Röhren von 7′ = 2,14 m Dmr. zugeführt. Es sind 3 senkrecht stehende Turbinen mit innerem Wasserzufluss von 48″ = 1219 mm Dmr. und eine von 54″ = 1352 mm Dmr. vorhanden, von denen drei Paar Rand-Kompressoren von 32″ = 813 mm Dmr., 60″ = 1524 mm Hub und ein Paar von 36″ = 914 mm Dmr., 60″ = 1524 mm Hub angetrieben werden. Cylinder, Deckel und Kolben haben Wasserkühlung. Umdrehungszahl i. d. Min. rd. 30, der durchschnittliche Luftdruck 60 Pfd. = 4,2 kg/qcm, in der Grube 2 bis 3 Pfd. = 0,14 bis 0,21 kg/qcm weniger.

Die Druckleitung von der Wasserkraftanlage zur Grube ist ein genietetes schmiedeisernes (6,5 mm Wanddicke) Rohr von 4,8 km Länge und 24″ = 610 mm Dmr. Alle 146 m ist eine Ausdehnungsvorrichtung angebracht. Die Rohrleitung liegt offen, nicht in Einschnitten und nicht geschützt.

Im Jahre 1889 lieferte die Anlage täglich 72 000 cbm Druckluft von 4,2 kg/qcm Pressung, $15^1/_2{}^0$ C warm, entsprechend ungefähr 1700 an den Fällen geleisteten Pferdestärken.

Die Druckluftanlage lieferte bis jetzt die Betriebskraft für die ganze Anlage und 150 Bohrmaschinen.

Seitenansicht und Grundriss der Kraftanlage zeigen Fig. 277 und 278.

In neuerer Zeit baut die Rand Co., durch andere Vorbilder veranlasst, ihre Kompressoren mit gesteuerten Ventilen, ohne aber das Wesen der ursprünglichen Konstruktion zu verlassen und die Ventile der gesteuerten Konstruktionsart anzupassen. Es sind deshalb die ursprüngliche Anordnung, die Form und die Zahl der Ventile beibehalten, nur

werden sie zwangläufig durch ein gemeinsames hin- und hergehendes Gestänge geschlossen; das Gestänge wird unmittelbar von den hin- und hergehenden Kolbenstangen der Antriebsmaschine angetrieben. Diese Anordnung wurde zuerst für kleine Kompressoren ausgeführt, welche bei den Schachtabteufungen der Niagara-Kraftanlage verwandt wurden; sie haben aber dort ihrem Zweck schlecht entsprochen und selbst bei mäfsiger Geschwindigkeit von 40 Umdrehungen sehr lärmenden Gang ergeben; die Lieferanten selbst haben den Kompressor als Versuchsobjekt bezeichnet.

Fig. 282.

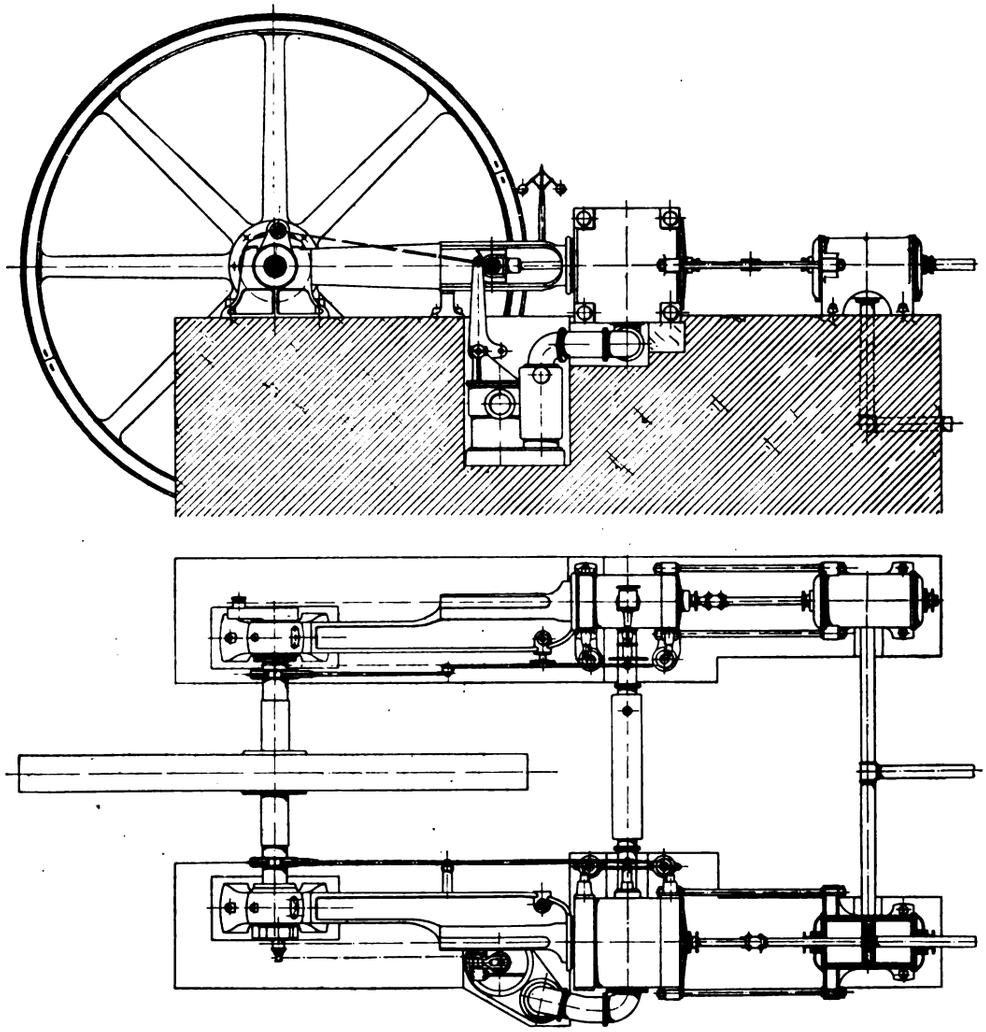
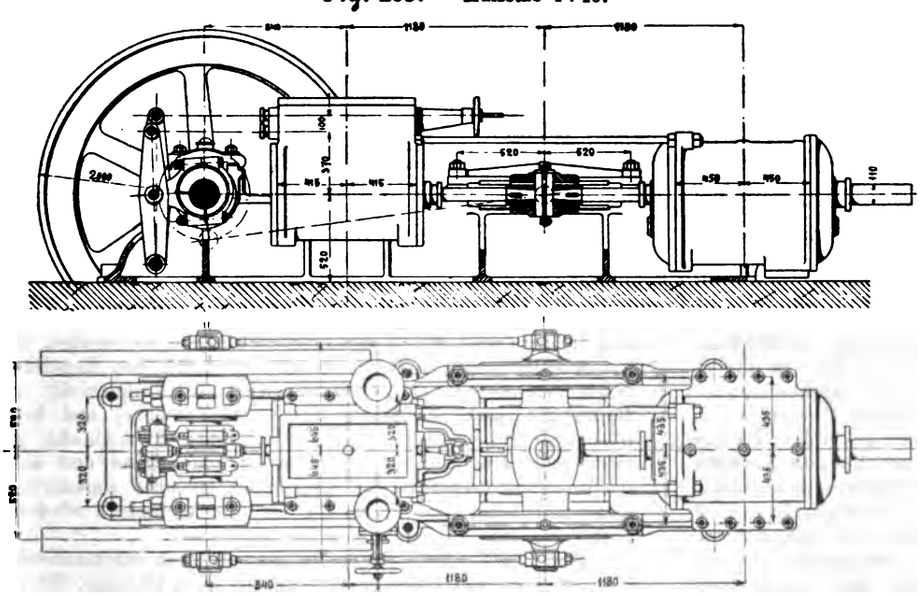


Fig. 283. Mafsstab 1 : 40.



Die Anordnung und die Einzelheiten dieser auch in der Maschinenhalle in Chicago ausgestellten neuen Rand-Kompressoren zeigen die Fig. 279 bis 281, und zwar Fig. 279 die Seiten- und die Rückansicht eines unmittelbar durch eine Corliss-Maschine angetriebenen Verbundkompressors. Die Anordnung der Ueberströmung zwischen Hoch- und Niederdruckcylinder ist aus der Rückansicht ersichtlich.

Nur der Niederdruckcylinder besitzt gesteuerte Ventile; die Steuerung erfolgt durch 4 Steuerstangen, zu 2 auf jeder Cylinderseite angebracht. Angetrieben wird von der Kolbenstange aus zwischen Dampf- und Kompressorcylinder mit Zwischenhebelübersetzung und Uebertragung durch Zahnsegment auf ein Getriebe, von welchem aus die 4 Steuerstangen hin- und herbewegt werden. Fig. 280 zeigt ähnliche Anordnung nebst Einzelheiten für einen anderen Kompressor, wobei jedoch auf jeder Cylinderseite nur eine Steuerstange vorhanden ist, welche durch eine Traverse die Kompressorventile steuert. Durch die innere Steuerung wird die Federbelastung von den Ventilen abgehoben, wenn sie sich öffnen, und freigegeben, wenn sie sich schliefsen sollen.

Die Bauart ist daher nichts als eine unvollkommene, nachträglich angebrachte ziemlich schwerfällige Steuerung unter Benutzung der ursprünglichen Kompressormodelle mit zahlreichen Ventilen, welche aber im Zusammenhang mit der Steuerung keine Berechtigung haben.

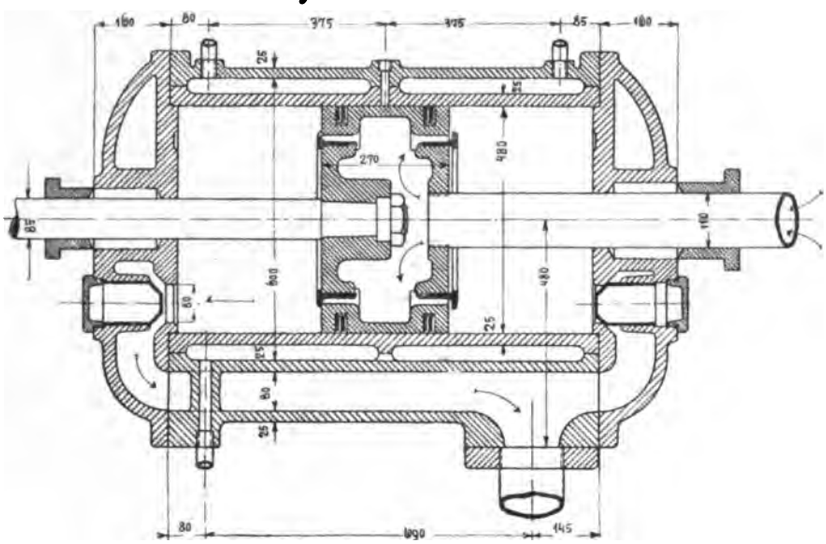
In Fig. 281 sind die Einzelheiten des Kompressorcylinders dargestellt.

Eine andere Bauart in Amerika oft benutzter Kompressoren zeigen die von Ingersoll. Die Anordnung der in Chicago ausgestellten Kompressoren ist in Fig. 282 bis 284 dargestellt. Fig. 282 zeigt die allgemeine Anordnung des grofsen ausgestellten Kompressors, mit Antrieb durch Corliss-Verbunddampfmaschine, und unmittelbar gekuppeltem Zwillingskompressor. Fig. 283 ist Seitenansicht und Grundriss eines in der Bergbauabteilung ausgestellten kleinen Kompressors mit eincylindriger Antriebmaschine und Kurbeltrieb mit Traverse und Umführungstangen.

Die Bauart der Ingersoll-Kompressoren war früher ähnlich der der Rand-Kompressoren, mit allen Ventilen im Cylinderdeckel. Mit Rücksicht auf Patent- und sonstige Verhältnisse ist die Konstruktion seither geändert, so wie in Fig. 284 dargestellt. Die Druckventile liegen in den Cylinderdeckeln an deren unteren Enden so wie in der ursprünglichen Konstruktion, die Saugventile hingegen sind, wahrscheinlich der Patente wegen, innerhalb des Kolbens angebracht, sodass die Zuströmung der Saugluft durch die Kolbenstange und den Kolben hindurch stattfindet, Fig. 284. Das rückwärtige Ende der Kolbenstange ist hohl, aber selbstverständlich für das Ansaugen bei raschem Gange unzureichend. Die Bauart ist eben neu und hat neuen Namen.

Die Ingersoll Co. baut auch Hochdruckkompressoren, insbesondere für Gaskompression, und baut diese für zweistufige Kompression, jedoch jeden Cylinder einfachwirkend. Der Hochdruckcylinder ist hierbei freischwebend auf dem Niederdruckcylinder aufgebaut. Die sonstige Anordnung ist dieselbe, wie in Fig. 283 dargestellt.

Fig. 284. Maßstab 1 : 15.



Die Norwalk Co. in Süd-Norwalk, Conn., baut seit 3 Jahren Verbundkompressoren mit gesteuerten Rundschiebern. Fig. 285 und 286 zeigen in den beiden Seitenansichten die Norwalk-Kompressoren der Chicagoer Ausstellung.

Die eincylindrige Dampfmaschine treibt die Verbundkompressoren unter Einschaltung eines Kurbeltriebes mit Traversen und Umführungstangen. Die Geradführung liegt zwischen den beiden Kompressionscylindern. Die Ueberströmung liegt über den Kompressionscylindern und enthält ein System von Kühlröhren. Die Ventile des Hochdruckkompressors sind ungesteuert, die des Niederdruckcylinders erhalten die in Fig. 285 und 286 angedeutete Steuerung, und zwar zwangläufige Bewegung für den Saugschieber und Kurvenübersetzung für den Druckschieber. Der Antrieb erfolgt durch eine Gegenkurbel. Die Druckschieber, gleichfalls als Rundschieber ausgebildet, erhalten eine Zwischenübersetzung durch Kurven, sodass rasche Eröffnung bei Beginn der Druckperiode und rascher Schluss beim Hubwechsel erfolgen. Die Steuerung ist aber für veränderlichen Druck nicht regulirbar, nur eine eingeschaltete schwache Spiralfeder in der Verbindungstange giebt eine Art selbstthätiger Ausgleichung; infolge dessen strömt entweder Luft aus dem Druckraum zurück oder es entsteht überschüssiger Ueberdruck; beides verursacht an den Ausstellungsmaschinen, schon bei geringer Umlaufgeschwindigkeit etwa 40 Min.-Umdr., grofsen Lärm. Die Anordnung der Steuerung ist sehr komplizirt, die Wirkung der Kühlung jedoch und überhaupt die Anordnung der Verbundcylinder vollständig entsprechend.

Die Norwalk-Kompressoren haben alle Stufen der Entwicklung durchgemacht, so wie Mode und Anschauungen wechselten. Zuerst ein gewöhnlicher doppeltwirkender Kompressor mit Ventilen in den Deckeln und den üblichen Wasserkühlvorrichtungen; dann wurde ein Corliss-Saugschieber hinzugefügt und innen angetrieben; dann wurde der Corliss-Schieber durch eine Kurbel angetrieben, dann ein Corliss-Druckschieber hinzugefügt mit ganz zwangläufigem Antrieb, ähnlich dem nachfolgend beschriebenen Reynolds-Kompressor, obschon die veränderliche Luftpressung veränderliche Eröff-

Fig. 285.

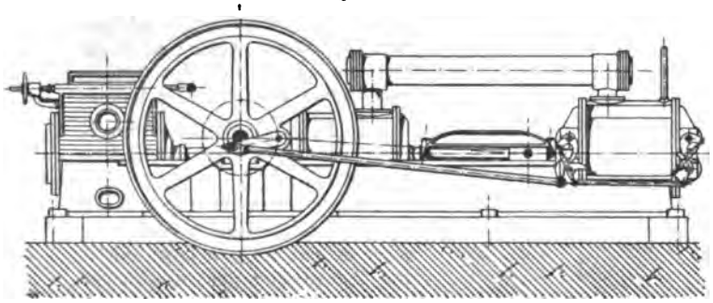
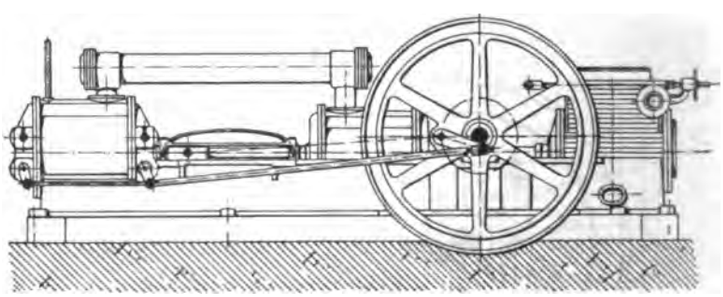


Fig. 286.



nung dieses Schiebers erfordert; dann wurde selbstthätige Regulirung hinzugefügt, und in der neuesten Zeit ist die in Fig. 285 und 286 dargestellte Anordnung hinzugekommen.

Die Allis Co. in Milwaukee hat mehrere Kompressoren des Systems Reynolds gebaut, wovon einige in den Kupfergruben des nördlichen Reviers, am Oberen See, in Verwendung stehen. Bei diesen werden für Luftverteilung ebenfalls Rundschieber verwendet, deren Antrieb zwangläufig genau wie bei Corliss-Maschinen erfolgt, jedoch mit umgekehrter Wirkung; die Saugschieber werden ganz zwangläufig von der Schwingscheibe bewegt, die Druckschieber mit Ausklinkung, und letztere wird durch den Luftdruck genau so regulirt, wie die Ausklinkung bei Dampfmaschinen durch den Regulator. Nach erfolgter Ausklinkung bewirkt ein Fallgewicht mit Buffer die rasche Eröffnung des Druckschiebers, und beim nächsten Hubwechsel wird der Schieber zwangläufig geschlossen. Die konstruktive Idee ist naheliegend und auch früher schon versucht, die Anordnung ist aber umständlich und kostspielig. Die Eröffnung des Druckschiebers wird nie rechtzeitig, nie geräuschlos erfolgen.

Fig. 287 bis 289 zeigen die Bauart eines raschlaufenden Kompressors von Fraser & Chalmers in Chicago, für die

Horn Silver-Grube in Utah gebaut. Ein ähnlicher Kompressor soll noch in der Bergbauabteilung in Chicago ausgestellt werden.

Fig. 287 zeigt den Grundriss. Die Corliss-Verbundmaschine treibt den Verbundkompressor (bei einer anderen Ausführung Zwillingskompressor) unmittelbar an, und die Schwingscheibe

Fig. 287.

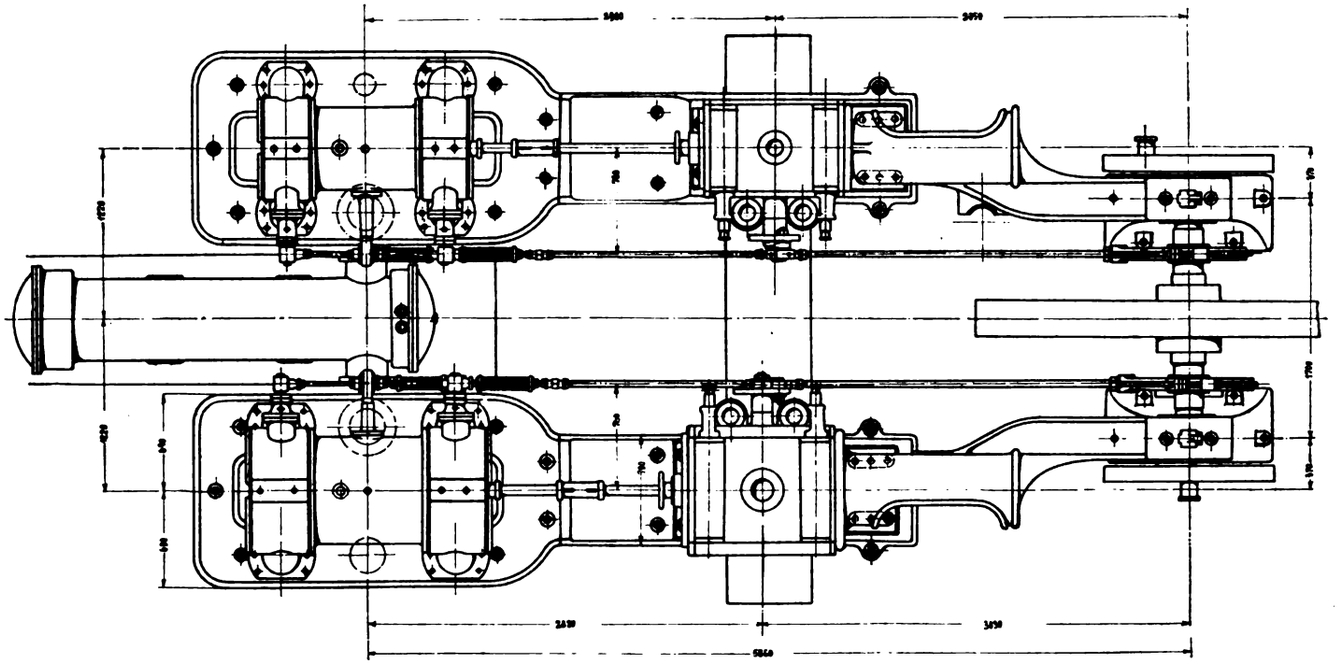


Fig. 288.

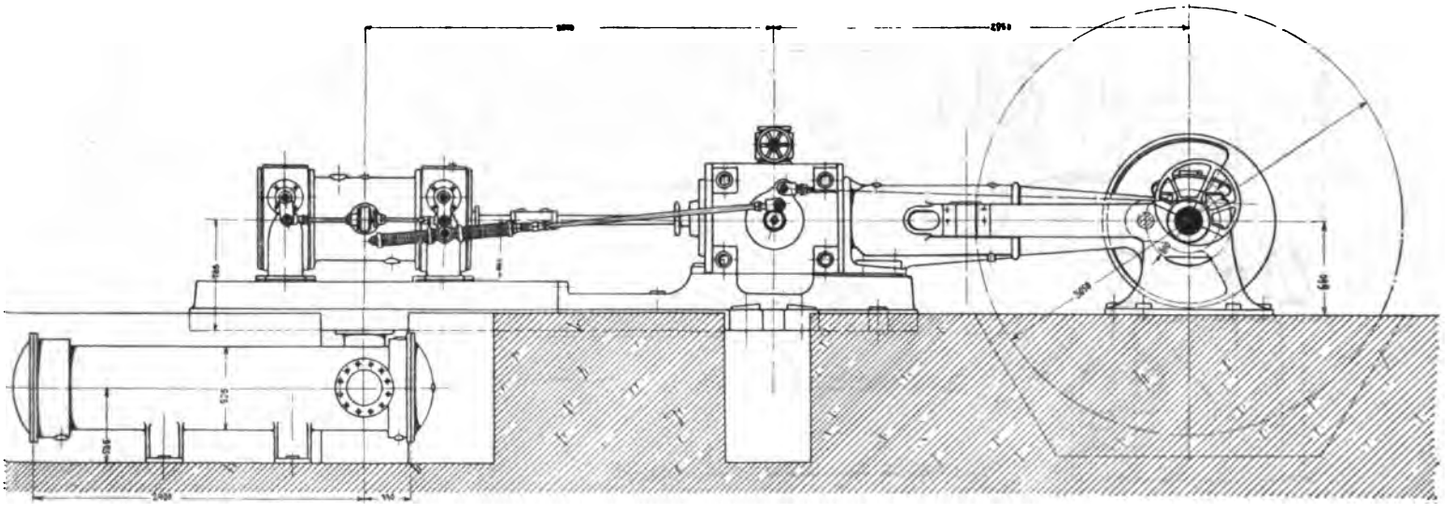
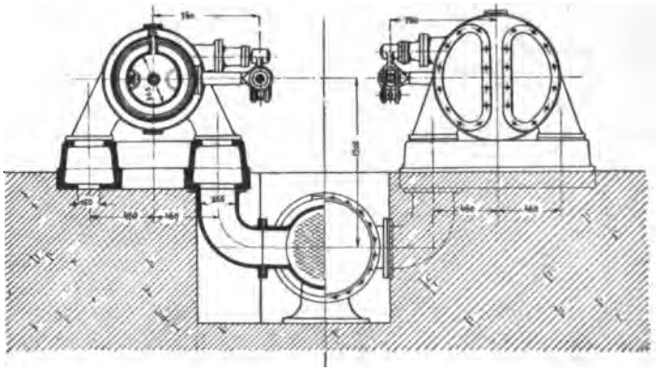


Fig. 289.



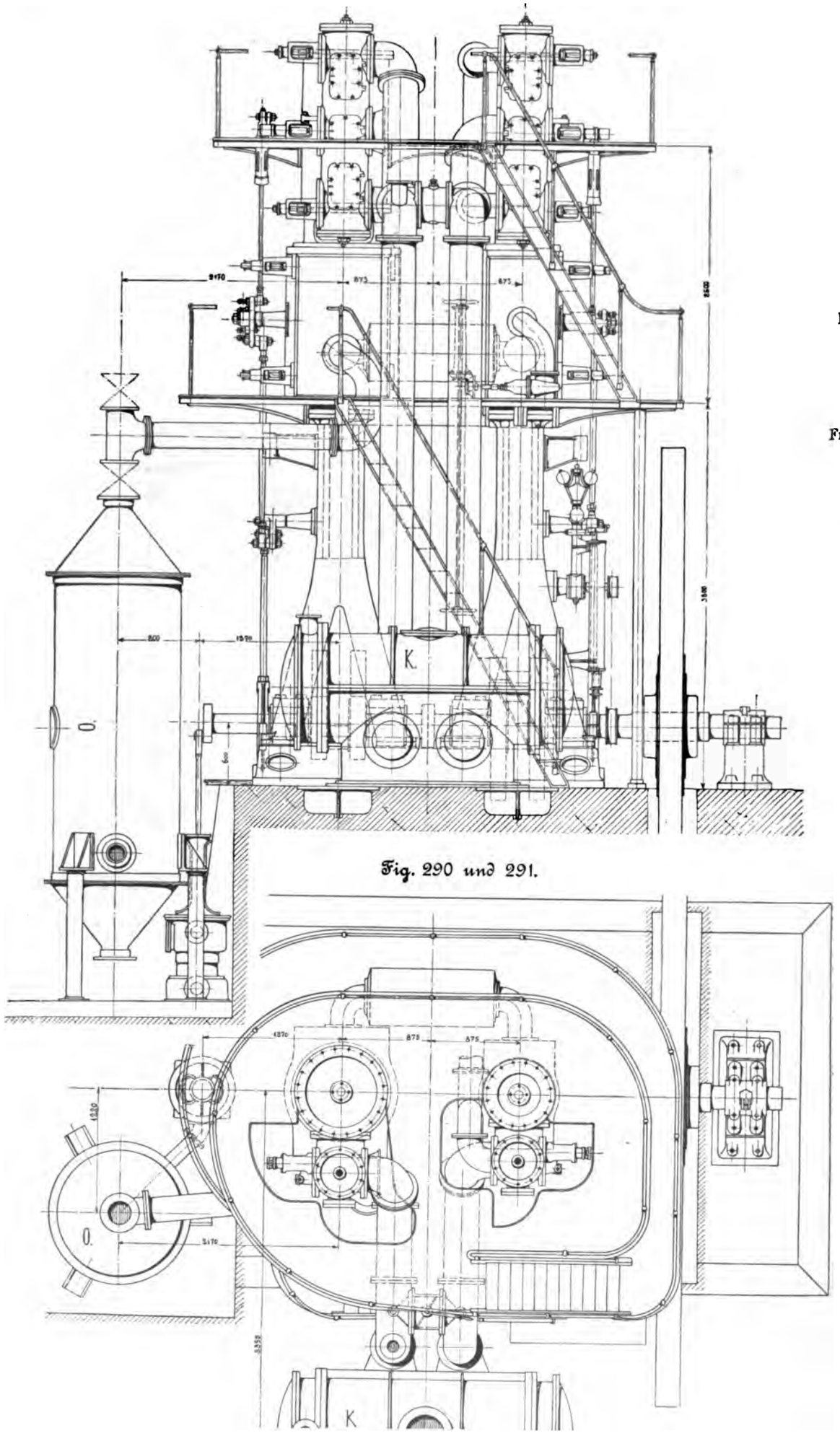


Fig. 290 und 291.

Fig. 290 bis 293.

Kompressor
von
Fraser & Chalmers
in Chicago.

Mafsstab 1 : 50.

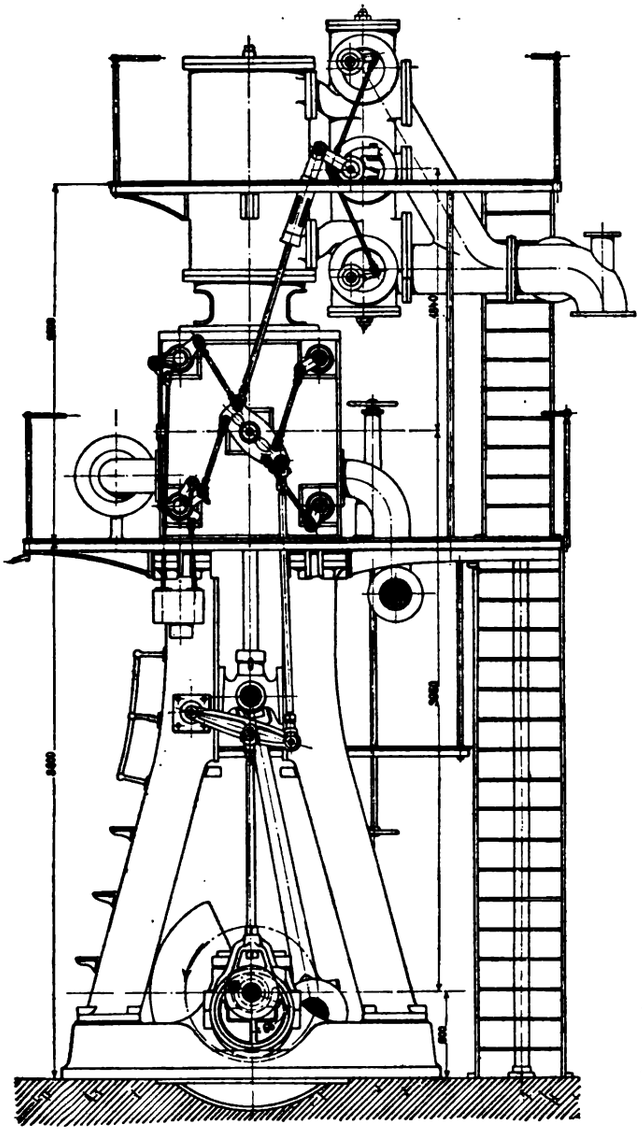


Fig. 292.

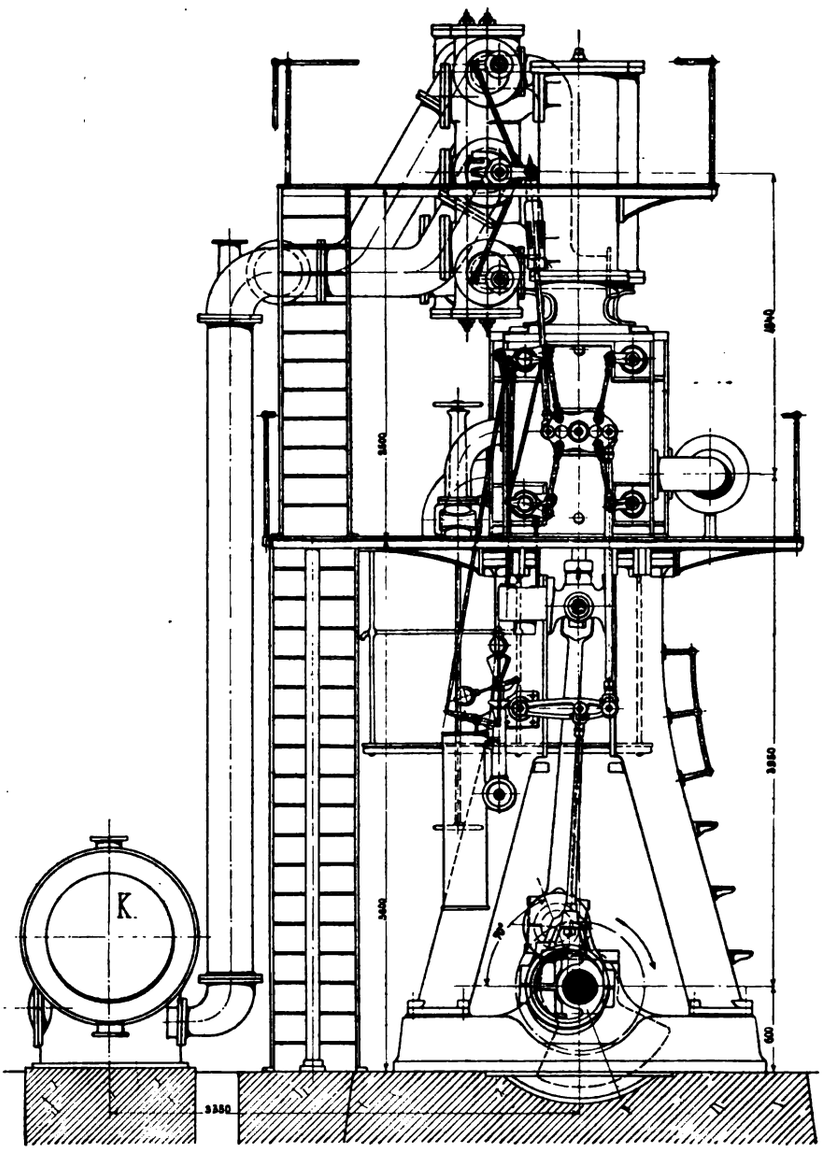


Fig. 293.

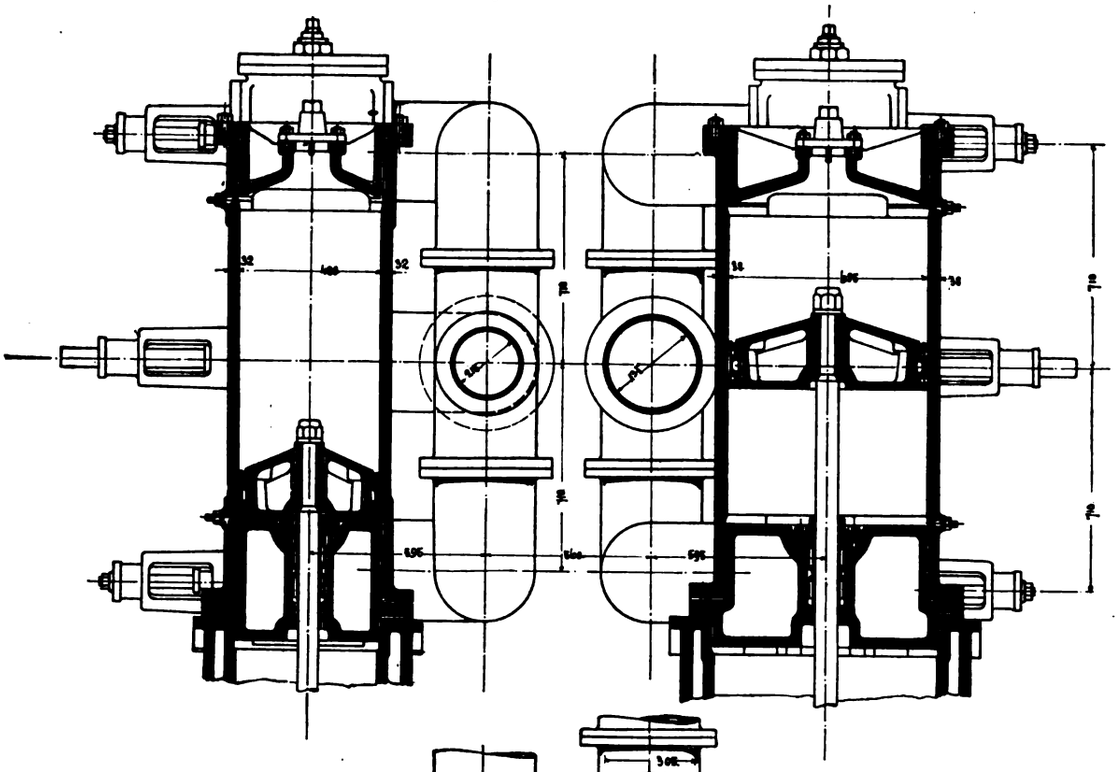
treibt durch eine Verbindungsstange die Kompressorsteuerung. Fig. 288 zeigt die Seitenansicht und die Bewegungsübertragung für die Steuerung. Die Kompressorventile werden zwangläufig geschlossen und nach erfolgtem Ventilschluss wird der Rest der Exzenterbewegung, entsprechend dem Voreilungswinkel, durch eingeschaltete Federn aufgenommen. Fig. 289 zeigt Hoch- und Niederdruckkompressor und die Ueberströmung zwischen beiden. Beachtenswert ist die Ausbildung des Maschinenrahmens für die Zwecke der Ueberströmung, sodass sich eine sehr einfache Rohrleitung zwischen den beiden Kompressorcylindern und dem Zwischenkühler ergiebt. Mitteilungen über Einzelheiten und über Betriebserfahrungen behalte ich mir vor.

Die Fig. 290 bis 293 zeigen einen stehenden Verbundkompressor mit stehender Verbundmaschine, gleichfalls von Fraser & Chalmers für die City and Suburban-Goldgrube in Johannesburg, Südafrika, gebaut. Die Dampfmaschine arbeitet mit 120 Pfd. = 8,4 kg/qcm Dampfspannung, zweistufiger Expansion und stehendem Oberflächenkondensator. Mit den nach aufwärts verlängerten Kolbenstangen wird der Verbundkompressor angetrieben. Die Dampfmaschine ist mit unwesentlichen Veränderungen das vorhandene Modell einer Dreifach-Verbundmaschine, nach welchem dieselbe Firma für die De Beers-Diamantgrube in Kimberley 4 Betriebsmaschinen lieferte. Für den Kompressor hingegen ist der über dem Mitteldruckcylinder angebrachte Hochdruckcylinder weggeblieben und an dessen Stelle der Hochdruckkompressor gesetzt worden.

Die allgemeine Anordnung ist aus den Fig. 290 bis 293 ersichtlich. Die Antriebmaschine ist eine stehende Corliss-Verbundmaschine mit 2 Kurbeln unter 90°, mittels 4 senkrechter Ständer auf einer verhältnismäfsig schmalen Grundplatte aufgebaut. Ueber den Dampfcylindern sind, durch kurze Zwischenstücke mit ihnen verbunden, die Luftcylinder aufgestellt. Seitlich von ihnen befinden sich die Ventilkasten. Der Aufnehmer zwischen beiden Cylindern ist liegend auf der ersten Gallerie angebracht, der Oberflächenkondensator stehend neben der Maschine; die Luftpumpe gleichfalls stehend, von der verlängerten Kurbelwelle durch einen Stirnzapfen angetrieben. Der Kühler für Ueberströmung der Luft aus dem Niederdruckcylinder in den Hochdruckcylinder ist liegend vor der Maschine angeordnet.

Die Anordnung der Rohrleitungen ist aus den Figuren ersichtlich. Fig. 292 ist die Seitenansicht der Niederdruck-

Fig. 294 und 295.



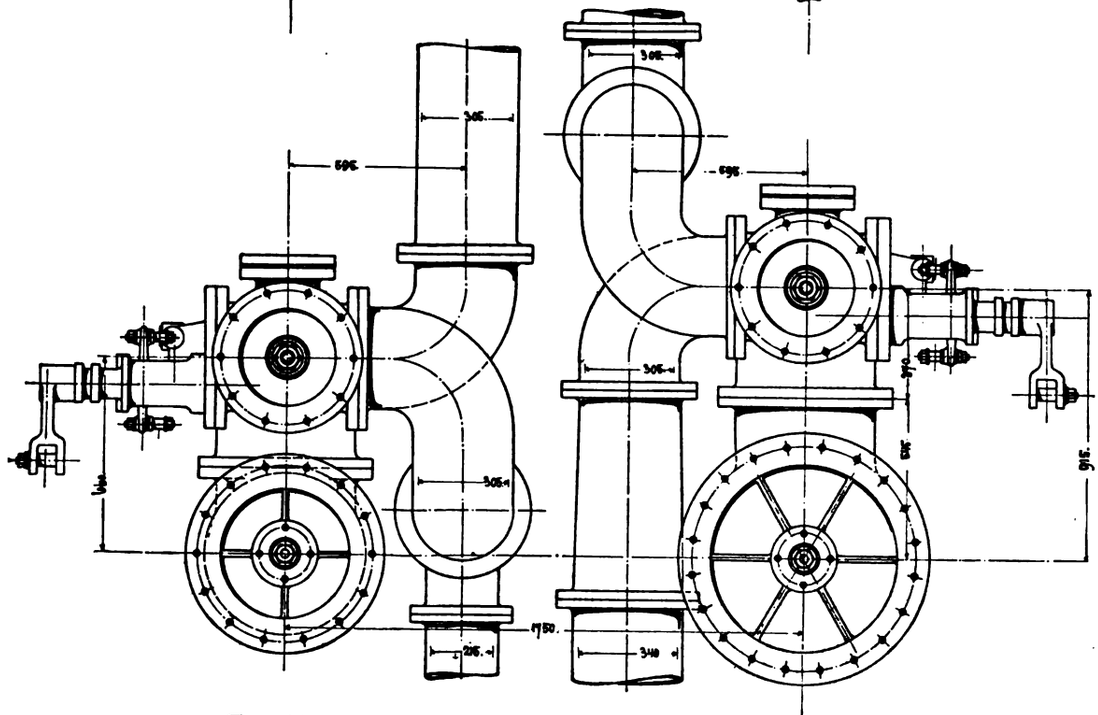


Fig. 294 bis 296.

Kompressor
von
Fraser & Chalmers
in Chicago.

Mafsstab 1 : 24.

Fig. 302.

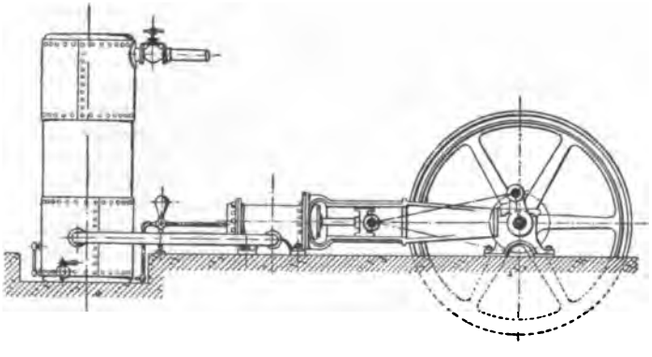


Fig. 303. Mafsstab 1 : 30.

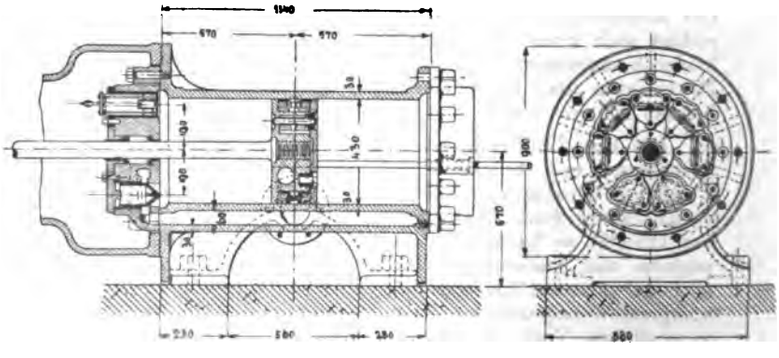
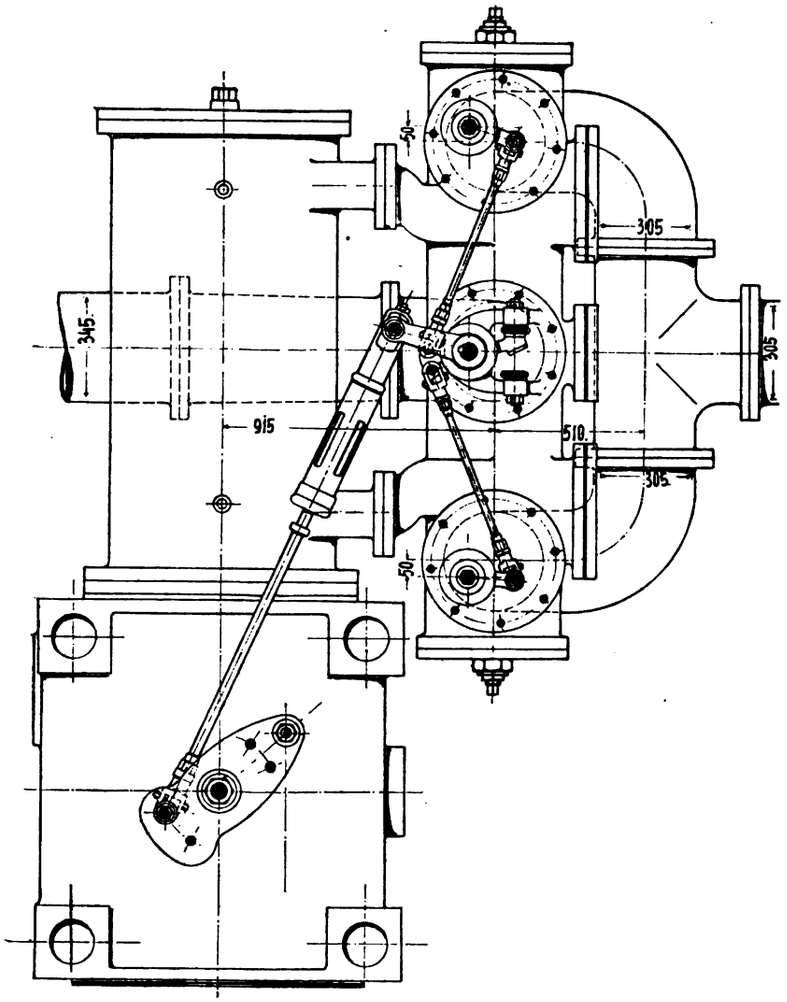


Fig. 296.



seite, Fig. 293 die Seitenansicht der Hochdruckseite, Fig. 290 die Vorderansicht, Fig. 291 der Grundriss.

Der Regulator wirkt auf die Hoch- und Niederdrucksteuerung ein. Die Belastung des Regulators ist veränderlich durch den Luftdruck.

Der Kondensatorkörper ist bei kleineren Ausführungen rund, bei gröfseren Maschinen, so wie bei Schiffsmaschinen üblich, viereckig oder oval ausgeführt.

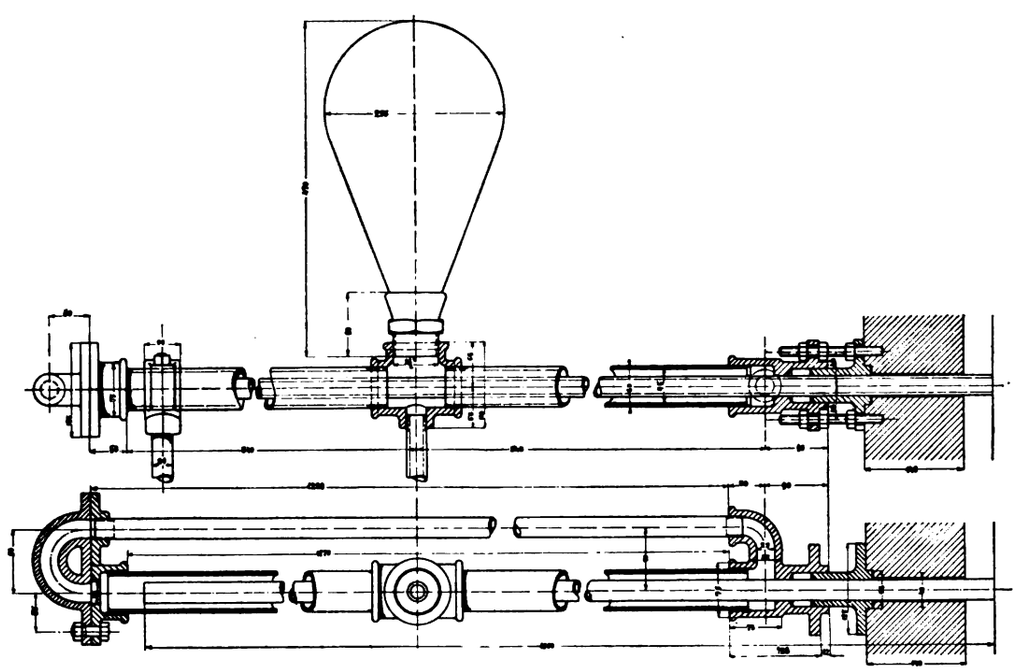
Fig. 294 und 295 zeigen den Querschnitt durch die Kompressorcylinder nebst Grundriss der Cylinder und die Rohranschlüsse, Fig. 296 die Anordnung der äufseren Steuerung, in der Wirkungsweise gleichartig mit der des zuletzt erwähnten liegenden Kompressors der Horn Silver-Grube. Die Antriebsbewegung wird am Mittelhebel aufsen stellbar begrenzt, sodass nach erfolgtem Ventilschluss der Druck bei Zusammenpressung der Feder nicht auf das Ventil übertragen werden kann.

In Fig. 297 und 298 auf S. 131 sind die Ventilkasten und die Ventile dargestellt. Durch die Konstruktion ist beabsichtigt, alle Ventile in einer einzigen Achse zu erhalten, was mit Rücksicht auf die einfache Herstellung verlangt war, obwohl sich dabei der Nachteil ergiebt, dass der schädliche Raum erheblich vergröfsert wird, was aber bei Verbundkompressoren ohne wesentlichen Einfluss bleibt.

Die Kompressorventile sind einfache flache Ringe, durch Rippen geführt; die Ventilringe sind unabhängig von der eigentlichen Ventilführung. Letztere ist mit Lederbuffern versehen, um geräuschlose Hubbegrenzung der Ventile zu erzielen.

Diese Ventilplatten werden durch die äufsere Steuerung zwangläufig geschlossen und durch diese Anordnung der Einfluss der abwechselnd zu bewegenden Massen möglichst vermindert.

Fig. 304. Mafsstab 1 : 10.



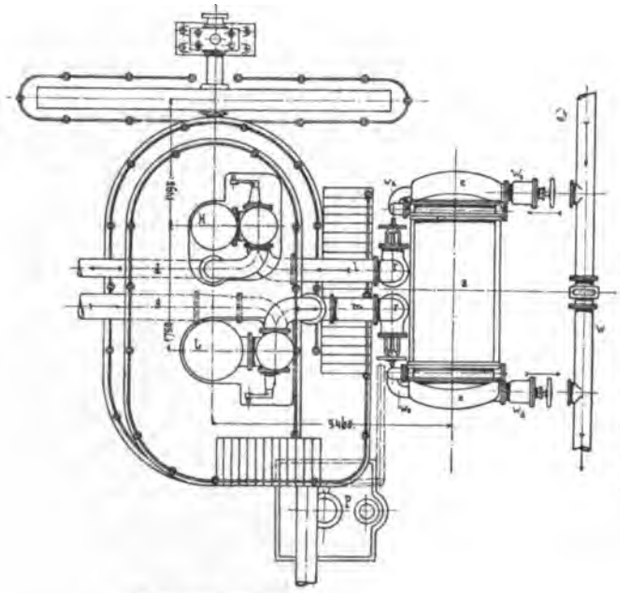
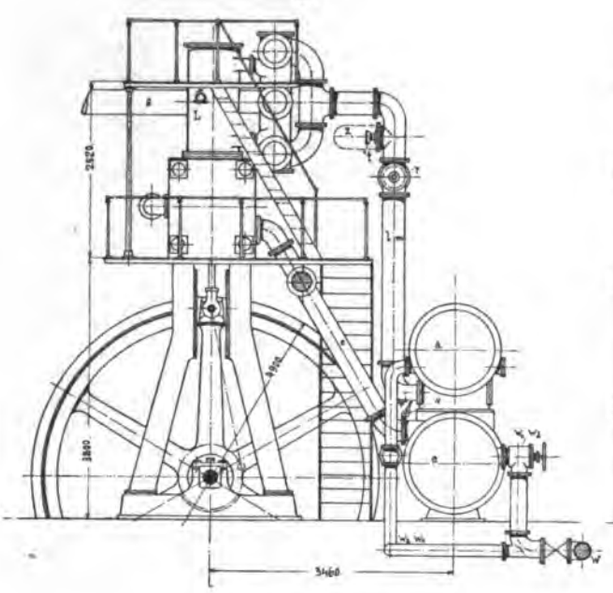


Fig. 299 bis 301.

Kompressor von Fraser & Chalmers in Chicago.
Maßstab 1 : 100.

- c Kondensator
- a Luftkühler
- w Wasserleitung
- w_a und w_e Ventile in der Wasserleitung
- e Dampfausströmung
- e_1 Hilfsausströmung
- s Luftsaugeleitung
- d Luftdruckleitung
- l und m Luftüberströmrohre
- v Sicherheitsventil
- r und z Ausschaltung für den Luftkühler
- t Thermometer
- L Niederdruckkompressor
- H Hochdruckkompressor
- P unabhängige Pumpmaschine für Kondensator und Luftkühler



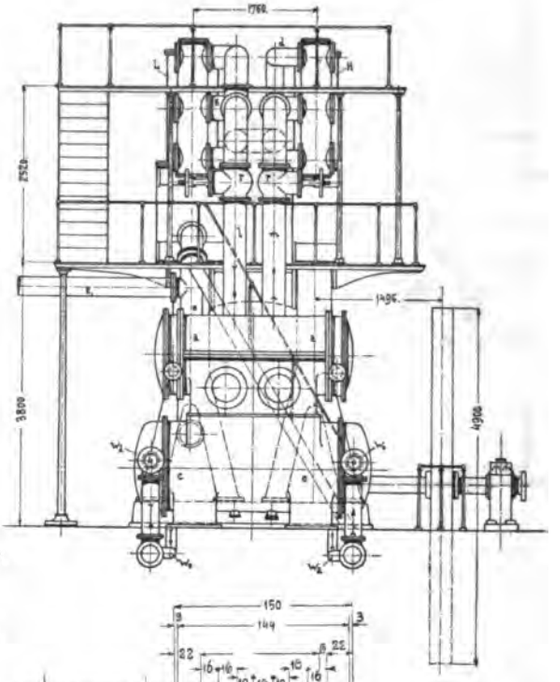
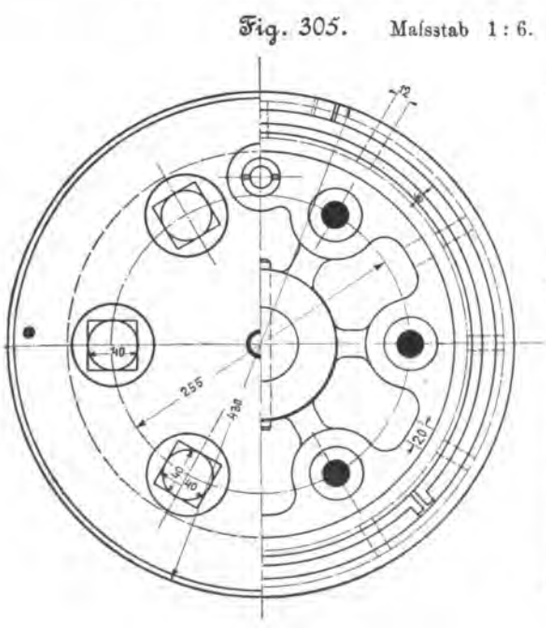


Fig. 305. Maßstab 1 : 6.



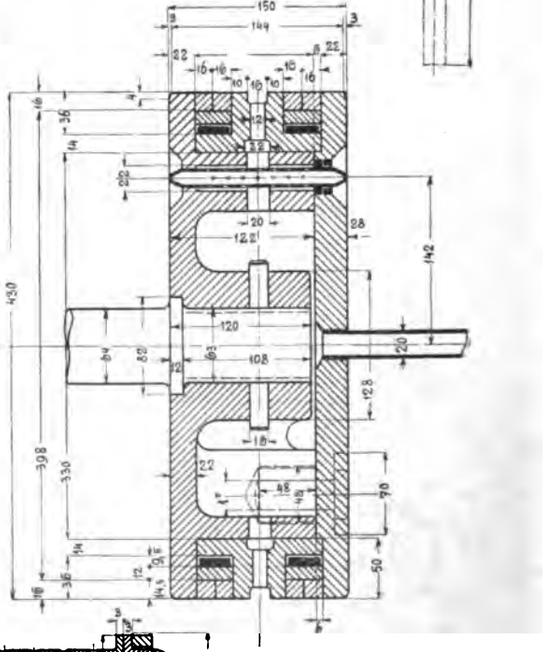
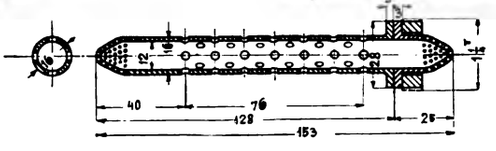


Fig. 306.
Maßstab 1 : 3.



In Fig. 299 bis 301 ist die gesamte Anordnung des Kompressors dargestellt, mit dem Oberflächenkondensator und darüber liegendem Luftkühler und den Rohrleitungen. Der Luftkühler ist ganz so wie der Oberflächenkondensator als Röhrenkühler ausgeführt.

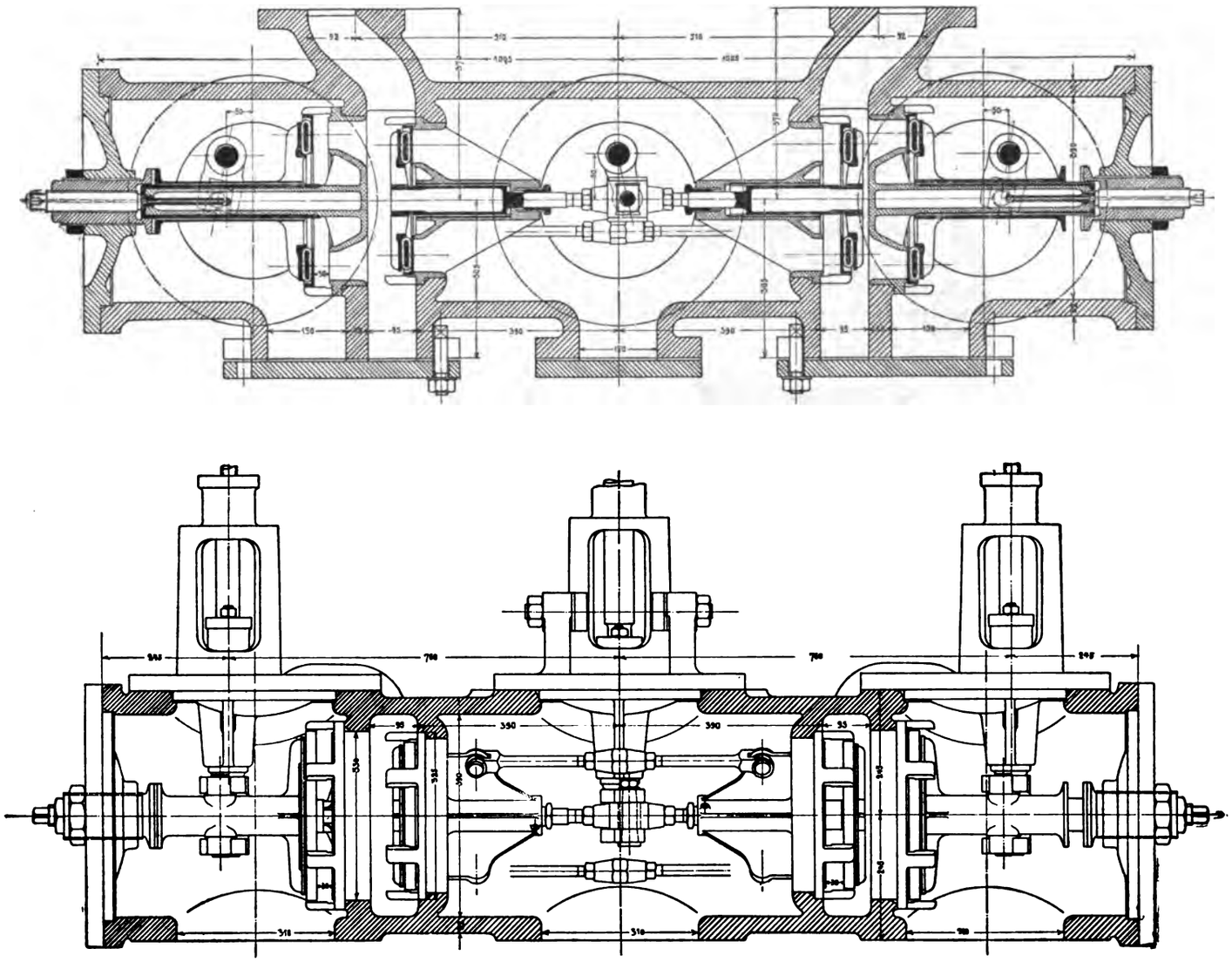
Ueber diese und ähnliche teils ausgeführte, teils noch in der Ausführung begriffene grofse Kompressoranlagen behalte ich mir weitere Mitteilung bis dahin vor, wo genauere und ausgedehntere Betriebsergebnisse vorliegen.

Im Anschlusse an die vorangehend beschriebenen Luftkompressionsmaschinen, die im Osten gebaut werden, möchte ich nach den Erfahrungen einer Studienreise einiges über ältere Luftkompressionsmaschinen hinzufügen, welche in den westlichen Bergbaubezirken Verwendung finden. Dort ist Vieles viel unvollkommener, roh und nur nach dem augenblicklichen Bedürfnis zugeschnitten. Nur einzelne Konstruktionen, insbesondere diejenigen, welche vom Ingenieur Eckart in San Francisco herrühren, bilden eine Ausnahme. Es

Fig. 297 und 298.

Kompressor von Fraser & Chalmers in Chicago.

Mafsstab 1 : 8.



sind wohldurchdachte, für bestimmte Zwecke richtig und sogar vollkommen durchgeführte Konstruktionen. Das wesentliche der Eckartschen Konstruktionen ist dargestellt in den Fig. 302 und 303 auf S. 128, 304 auf S. 129, 305 und 306 auf S. 130 und Fig. 307 auf S. 132.

Fig. 302 zeigt die Seitenansicht, Fig. 303 Schnitt und Endansicht des Kompressorcylinders. Die Saugventile befinden sich im oberen Teile der Cylinderdeckel, die Druckventile im unteren. Die Wassereinspritzung erfolgt durch den entsprechend ausgehöhlten Kolben hindurch. Das Einspritzwasser wird von rückwärts durch ein Rohr zugeführt, dessen Einzelheiten in Fig. 304 dargestellt sind. Die Anordnung ist so getroffen, dass das vom Kolben hin- und herbewegte, den Cylinderdeckel durchdringende Rohr keine Pumpwirkung in der Zuleitung hervorrufen kann, sondern die Einspritzung ununterbrochen erfolgt.

In Fig. 305 ist der Kompressorkolben dargestellt; zu-

Fig. 307.

Mafsstab 1 : 4.

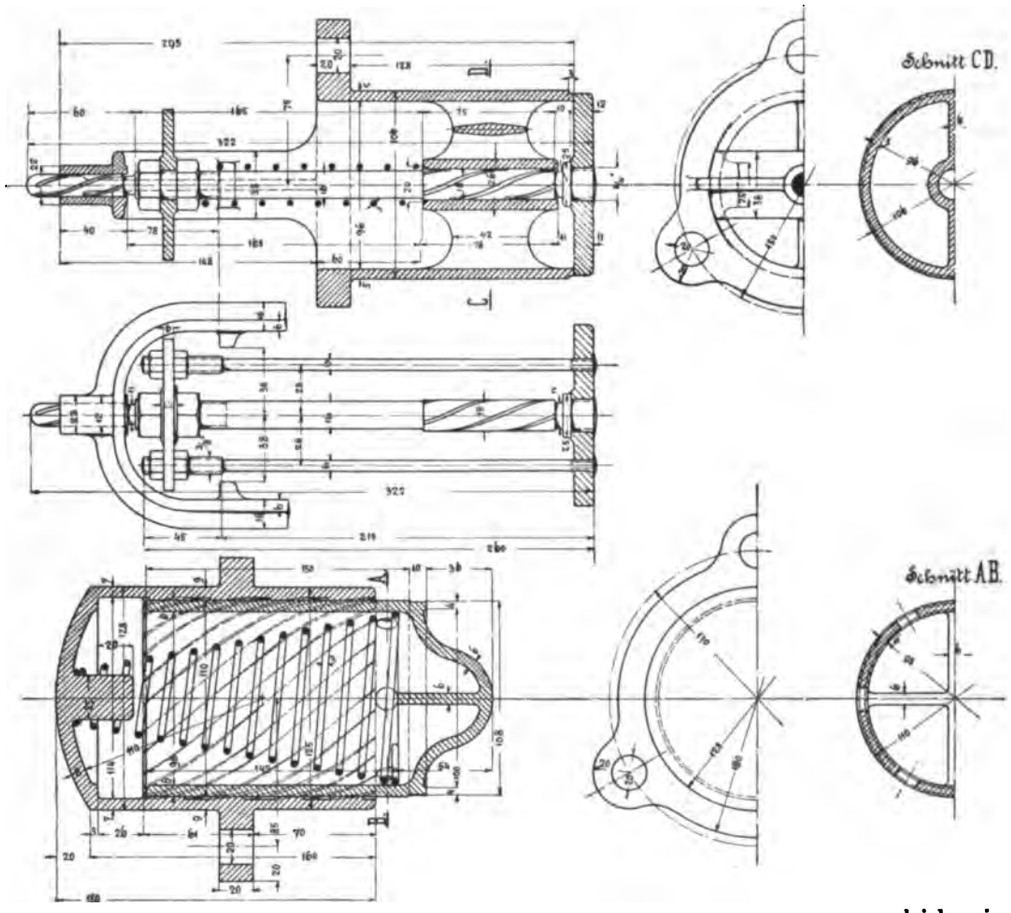
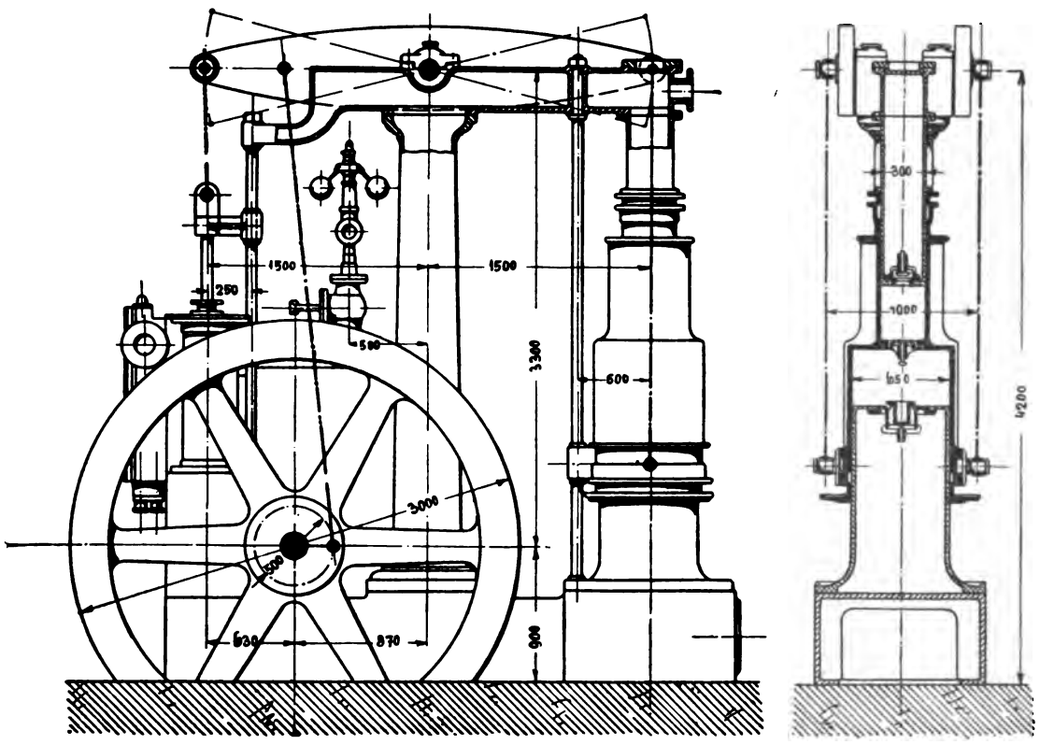


Fig. 308.

Mafsstab 1 : 50.



gleich zeigen die Fig. 305 und 306 die Einzelheiten der Wasserzuleitung und die Verteilung in den Düsen. Durch diese Bauart ist beabsichtigt, dem Wasserstrahl einen möglichst weiten und günstigen Weg im Kompressorcylinder zu ermöglichen.

Fig. 307 zeigt die Bauart der Kompressorventile. Die Saugventile sind aufser durch die mittlere Spindel noch durch 2 kleine Bolzen gehalten, welche den Zweck haben, im Falle eines Bruches der Hauptspindel zu verhüten, dass die Ventilklappen hineinfallen. Die Druckventile sind einsitzige Ventile mit cylindrischer Führung und Federbelastung. Die Einzelheiten, insbesondere auch die vollkommene Ausbildung der Schmierung, sind aus der Fig. 31 ersichtlich.

Weiter möchte ich noch die in Fig. 308 dargestellte, gleichfalls dem Westen entnommene Kompressorkonstruktion erwähnen, welche wahrscheinlich als die älteste in gröfserem

Mafsstabe durchgeführte Konstruktion eines Verbundkompressors anzusehen ist. Die Verbundwirkung wird, wie aus dem Querschnitt ersichtlich, durch Differentialkolben erreicht, welche beide feststehen, während der dazu gehörige Doppeldifferentialcylinder durch das Triebwerk der Maschine angetrieben wird. Die Luft wird in solcher Weise in zwei Stufen komprimirt und durch den oberen Kolben in den Windkessel gedrückt, welcher zugleich das Maschinengestell bildet.

Kompressoren dieser Art, von den Risdon Iron Works in San Francisco gebaut, sind in den Silbergruben in Nevada und Utah schon vor 20 Jahren verwandt worden, insbesondere auch als Luftfüllpumpen für die Akkumulatoren unterirdischer hydraulischer Maschinen.

A. Riedler.

Bergbau-Anlagen im Westen.

Der Abschied von Chicago fällt nach längerem Aufenthalte nicht schwer und lässt etwas wie eine Art Erlösung fühlen; selbst jetzt, wo die Weltausstellung viel Interessantes bietet, wiegen die Schattenseiten die Vorteile auf. In der Ausstellung wirken die grofsartige Architektur und der ungeheure Mafsstab mächtig, ebenso manches Ausgestellte, der stärkere und bleibende Eindruck ist aber der der Ermüdung. Die Nüchternheit der Ausstellung im Innern und die zu durchmessenden Entfernungen aufsen sind zu grofs; letztere werden durch eine unzweckmäfsig angelegte elektrische Hochbahn nicht abgekürzt, und das Lückenhafte und vielfach auch das Jahrmarktmäfsige der Ausstellung lässt volle Befriedigung nicht aufkommen; das Studium ist schwere Arbeit und zu wenig Genuss, letzterer in edlem Sinne gemeint. Für gewöhnliche Zerstreuung ist zwar auch gesorgt; die Vorbilder von Paris finden sich in reichlichen Nachahmungen wieder; der »Betrieb« ist aber höchst nüchtern, und alles wird so geschäfts- und dollarmäfsig behandelt wie Excelsior-Hosenträger oder Patent-Stiefelsohlen. Die Sehnsucht nach Ortsveränderung wächst in Chicago sehr rasch.

Aufserhalb der Ausstellung ist noch weniger gehobene Stimmung möglich. Wer nicht besondere technische Studien betreibt, hat alles Wesentliche bald gesehen. Was man in Chicago nachher anfängt, weifs ich nicht. Ich habe es bei häufigem Besuch noch nie so weit kommen lassen, sondern nach beendigtem Studium rasch den Wanderstab, hier »Pullman« genannt, ergriffen. Selbst der sprichwörtlich gewordene, ohnegleichen dastehende Aufschwung der Stadt kann uneingeschränkt nicht gelten; es ist nur der Aufschwung der letzten Jahrzehnte zu erkennen, der ebenso überraschend in allen amerikanischen Städten und auch in Europa zu finden ist. Das Wachstum von London, Berlin und insbesondere von kleineren europäischen Städten ist kein geringeres. Der Unterschied liegt nur darin, dass in Chicago vor 50 Jahren noch niemand da war, und dass die Stadt nach dem Brande so rasch wieder erstand.

Die Entwicklung der Stadt hat aber mit ihrem Wachstum nicht Schritt gehalten. Die Strafsen Chicagos sind heute noch in demselben trostlosen Zustande, wie vor 17 Jahren, kurz nach dem Brande, und dieselben Holzbuden stehen heute noch in vielen Hauptstrafsen. Nur im Geschäftsmittelpunkt sind die 15- bis 20stöckigen »Himmelkratzer« und in der äufseren Stadt die prächtigen Villenviertel der Bemittelten entstanden, und in letzteren sind die Hauptstrafsen die einzigen gut gehaltenen Strafsen der demokratischen Stadt.

Es ist daher überwiegend Ausbreitung und nicht Entwicklung zu verzeichnen. Letztere ist nur im eigentlichen Geschäftsteil und im Geschäft selbst eine ungeheure, und die vorangegangenen Berichte dürften ein Bild dieser Seite der Entwicklung gegeben haben.

Eine Reise nach dem fernen Westen schafft grundverschiedene Eindrücke gegenüber dem Osten. Wer den letzteren kennzeichnen will, muss von den Verkehrseinrichtungen, dem Geschäft und seinen Hilfsmitteln berichten. Da ist alles grofsartig, wenn auch einförmig. Im Westen ist dies ganz anders. Das Land zwischen dem Missouri und dem Stillen Ozean zwingt vor allem, die grofsartige Natur, Naturwunder, Feld- und Bergbau zu studiren. Letzterer bietet dem Ingenieur besonderes Interesse. Auch der Bergbau des fernsten Westen ist gekennzeichnet durch die weitausgedehnte Verwendung der Maschinen, veranlasst durch die ungeheuren, in einzelnen Bergrevieren geradezu fabelhaften Arbeitslöhne, die zeitweilig das 10- bis 20fache der unsrigen betragen. Dadurch wird auch auf diesem Gebiete, welches sich bis in die fernsten von Menschen überhaupt bewohnten Gegenden erstreckt, die Maschinentechnik zur Hauptsache. Die Charakteristik ist gegeben durch das Bestreben, Menschenarbeit zu ersparen, und durch die geforderte äufserste Einfachheit der maschinentechnischen Einrichtungen.

Der grofsartige Mafsstab der geschäftlichen Einrichtungen des Ostens fehlt hier. Trotzdem ist vieles, insbesondere auf dem Gebiete des Bergbaues, grofsartig und echt amerikanisch, und dies zusammen mit vielen Naturschönheiten und Eigentümlichkeiten gestaltet den Westen selbst interessanter als den Osten.

Der Genuss einer Fahrt nach dem Westen beginnt erst im Gebirge. Die Schrecken der Prärie bestehen gegenwärtig nur mehr in der langen Fahrt und Trostlosigkeit der Ebene. Während solcher 4- bis 5tägigen Eisenbahnfahrt quer durch den Kontinent mag man an vergangene Zeiten, an die Einwanderung nach Kalifornien, Ende der 40er Jahre, denken, welche zum gröfsten Teile quer über Land erfolgte. Wie viele hierbei in den ausgedehnten Wüsten, durch welche heute selbst der »over land flyer« tagelang fährt, verunglückten, ist unbekannt geblieben, nur das tragische Schicksal einzelner solcher Expeditionen ist der Nachwelt überliefert; heute noch nennen sich die damals in Kalifornien Eingewanderten »Pioniere«, und mit einigem Recht. Die damalige Einwanderung lässt sich heute, wo 5 Pacific-Bahnen den Kontinent durchqueren, nicht mehr in allen Schwierigkeiten würdigen.

Der gröfste Teil des westlichen Kontinents ist Hochfläche, die, schon im Missourithale ihren Anfang nehmend, gegen

das Felsengebirge ansteigt. Die Gebirgszüge selbst sind nur weitere Erhebungen aus der Hochfläche heraus. Die Rio Grande- und die Central Pacific-, sowie die südliche Pacific-Bahn erklimmen gewaltige Höhen. Trotzdem hat keine der Pacific-Bahnen den Charakter unserer Gebirgsbahnen, mit Ausnahme einiger Pässe, wo die Sierra Nevada überschritten wird. Die Steigungen entwickeln sich zu allmählich.

In Colorado jedoch, wo die Verbindung zwischen Denver und dem Bergbaudistrikte von Leadville allein durch 3 Eisenbahnlinien hergestellt wird, sind Eisenbahnen zu bewundern, die zu den verwegensten gehören. Es ist ein eigentümlicher Gegensatz, nach Durchfahren der Präriestrecken, in welchen stunden-, ja tagelang nichts zu sehen ist, keine Ansiedelung, kaum eine Tierwelt, die ihr Gepräge durch die wüste Ebene und durch die neben der Bahnstrecke liegenden Konservenbüchsen und Gerippe verendeter Tiere erhalten, aus dieser Einöde herauskommend die aufblühende Grofsstadt Denver zu passiren und dann die grofsartigen Gebirgskämme zu erklimmen.

Geschaffen wurden diese Gebirgsbahnen ausschliefslich durch den ausgedehnten Bergbau in Leadville und Umgegend. Leadville ist durch den Bergbau zu einer Stadt von 30000 Einwohnern herangewachsen. Die Stadt liegt 3000 m über dem Meer und ist mit Ausnahme einiger mexikanischer Orte die höchstgelegene Stadt der Welt. Neuestens wird auch die hohe Naturschönheit dieser Bergbaustadt in überschwänglicher Weise geschätzt und der Besuch dieser »Wolkenstadt«, »Schneebraut« usw. als das grofsartigste gepriesen.

Von Denver nach Leadville und von dort über die Gebirgskämme nach Salt Lake City führen drei Eisenbahnen, eine schmalspurige Fortsetzung der Union Pacific-, die Colorado Midland- und die Rio Grande-Eisenbahn. Es ist schwer zu sagen, welche dieser drei Linien, die die Hochfläche von Leadville erklimmen und dann weiter noch über 3000 bis 3600 m hohe Pässe wieder ins Thal hinab gleiten, die grofsartigste ist.

1880 bestand Leadville nur aus Hütten. Heute ist es eine moderne amerikanische Stadt mit über 500 Erzgruben in Stadt und Umgegend. Selbstverständlich haben die Eisenbahnen zu dieser raschen Entwicklung am meisten beigetragen.

Die Colorado Midland-Eisenbahn führt durch die Schlucht von Arkansas, über den Südpark, eine ausgedehnte Hochfläche von etwa 30 km Länge und 10 km Breite, den Ute-Pass nach Leadville und dann über den 3500 m hohen Heagermann-Pass in das Thal des Grand River hinab. Die zweite Normalspurbahn, die Rio Grande-Bahn, führt über Salida, Buena Vista nach Leadville und hinab in das Eagle-Thal. Andere Zufahrtlinien mussten, um Leadville zu erreichen, mehrere Pässe hinter einander überschreiten, so steigt z. B. die Union Pacific-Bahn im Thale des Platte River aufwärts, überschreitet den Südpark bis Como, dann den 3400 m hohen Alpine-Pass, geht von diesem wieder thalabwärts und überschreitet ein zweites Thal und einen zweiten Pass, um nach Leadville zu gelangen.

Im Zusammenhange mit den Gebirgsbahnen mag auch an dieser Stelle noch die Zahnradbahn erwähnt sein, welche von Colorado Springs unmittelbar auf die Spitze des 4372 m hohen Pike's Peak führt [1]).

Leadville in Colorado und Butte City in Montana sind die charakteristischen Orte für den modernen amerikanischen Erzbergbau, der sich aus äufserst zahlreichen, aber meist kleinen Betrieben zusammensetzt. Der erste Bergbau in Leadville bis vor etwa 10 Jahren bestand in Goldwäscherei, Silber wurde nicht verwertet. Erst anfangs der 80er Jahre wurden Tiefbauten, heute mitten in der Stadt befindlich, angelegt, und mit diesen wurde der Abbau auf Silber und Kupfer ausgedehnt.

Das Erzvorkommen ist ein wechselndes, sodass mit verhältnismäfsig einfachen Mitteln gearbeitet werden muss. Es dürfte nirgends in der Welt, ausgenommen Butte City, eine solche Unzahl von einzelnen Abbaustellen mit verhältnismäfsig primitiven Einrichtungen neben einander zu finden sein. Der Bergbau erfolgt überwiegend durch Gesellschaften, welche die verschiedenen Berechtigungen aufkaufen. Die Herstellung der Schächte und zeitweilig auch der Abbau werden jedoch wieder an einzelne vergeben, die an die Gesellschaft Abgaben zu entrichten haben.

Die Maschineneinrichtungen sind sehr einfach und für wechselnde Betriebstellen sehr verschieden. Es sind alle Fördereinrichtungen, vom einfachsten Förderhaspel bis zur vollkommenen Dampfmaschine, zu finden. Die Regel bildet die einfache Dampfwinde, Zwillingsdampfmaschinen mit Zahn- oder Reibungsräderübersetzung auf eine Trommel. Letztere kommt am häufigsten vor. Gefördert wird fast überwiegend eintrümig. Für die Wasserhaltung ist in der Regel nichts vorzusehen, da noch kein nennenswerter Wasserzufluss besteht. Nur ausnahmsweise haben sich Schächte mit einfachen unterirdischen Dampfpumpen, gewöhnlichen Stofspumpen, zu behelfen. Ueberall wird mit den einfachsten Mitteln angefangen. Bei besseren und gröfseren Abbauverhältnissen werden die Betriebsmittel durch gröfsere und vollkommnere ersetzt. Für den ausgedehnten Kleinbetrieb ist bezeichnend, dass kleine Förderhaspel, Dampfpumpen u. dergl. in jeder Neu- oder Alteisenhandlung der Stadt vorrätig sind.

Die durchschnittliche Schachttiefe in Leadville beträgt 90 bis 120 m, die durchschnittliche Maschinenleistung für solche Schächte 20 bis 80 PS.

Die Dampferzeugung in den Dampfkesseln erfolgt überwiegend durch Oelfeuerung. Eine Tonne Kohle kostet etwa 6 $, Oel auf gleiche Einheit reduzirt nur 5 $. Sowohl Oel wie Kohle kommen in unmittelbarer Nähe in Canon City vor. Die Zufahrt erfolgt bis Leadville durch die Eisenbahn, und von dort zu den einzelnen Gruben in sehr primitiver Weise durch Fuhrwerk. Eine die einzelnen Gruben verbindende Eisenbahn besteht wegen der Steilheit des Geländes und der unglaublichen Planlosigkeit der Schachtanlagen nicht.

Trotz der ungeheuren Ausdehnung des Bergbaues hat die gesamte im Revier verwandte Maschinenkraft nur etwa 3000 PS. Dies charakterisirt den Mafsstab der Maschineneinrichtungen im Vergleich zu den riesigen Betriebsmitteln der Calumet-Kupfergruben. Trotzdem ist die Ausbeute bedeutend. Sie betrug im letzten Jahre etwa 8000000 $ und seit 13 Jahren über 150000000 $.

Bezeichnend ist, dass der Erzgehalt nicht chemisch, sondern nach Dollar angegeben wird. 30 $ Erz, d. h. 30 $ Silberwert f. d. Tonne, ist bei den gegenwärtigen Preisverhältnissen sehr schlecht, wird aber trotzdem abgebaut. Ueber die Einzelheiten der Maschineneinrichtungen sowie über die Eigentümlichkeiten des amerikanischen Erzbergbaues giebt der später folgende Bericht über Virginia City Aufschluss, sodass hier nähere Angaben unterbleiben können.

Die Schmelzwerke befinden sich teils in Leadville, teils in Denver und sind vorzüglich eingerichtet.

Noch primitiver sind die Maschineneinrichtungen und Abbauverhältnisse in den benachbarten Bergbaudistrikten, in Aspen, Curray, Silverton usw. Der Bergbau zieht sich in allen Thälern westlich und südlich von Leadville fort und ist besonders im Thale des Eagle-Flusses äufserst malerisch; dort sind die Schachtanlagen an den Felswänden angebracht, was dem Flussthale ein ungewöhnlich malerisches Aussehen verleiht, aber Vorkommen und Betrieb sind ungünstiger als in Leadville.

Ueber viele tausend Quadratkilometer erstreckt sich ein ausgedehnter Kleinbetrieb, verbunden mit zahlreichen Schürfungen, die aber noch zu keinem Grofsbetriebe, ähnlich wie in Virginia City oder Calumet, geführt haben.

Durch die westlich gelegenen Bergbaudistrikte führt die Rio Grande-Eisenbahn weiter nach Salt Lake City, der berühmten historischen Mormonenstadt, in Wirklichkeit einer ganz modernen echt amerikanischen Stadt, in prächtiger Gebirgsgegend, heute nicht mehr am Salzsee, sondern ungefähr 15 km davon entfernt liegend. Alles Merkwürdige der Mormonenstadt gehört der Vergangenheit, alles Bedeutende der Gegenwart an. Die berüchtigte Vielweiberei ist gesetzlich nicht mehr gestattet, und von der ganzen Mormonensekte bleibt nichts als eine heute noch starke Organisation ohne andere wesentliche Bedeutung. Die Mormonenstadt ist heute so wie alle anderen echt amerikanisch einheitlich, und selbst die einzige sichtbare Ueberlieferung, das alte Mormonentabernakel mit

[1]) Z. 1890 S. 1244.

seinem riesigen Käseglockendach, muss dem neuen modernen Tabernakel mit kostspieliger Architektur weichen.

Das Innere des neuen Tempels war nicht zugänglich; alle Versuche haben sich als vergeblich erwiesen. Der neue Tempel ist höchst modern, mit vollkommenen technischen Hilfsmitteln eingerichtet. Die Maschinenstation konnte nach einigen Schwierigkeiten unter Führung des »Bruder« Maschinisten eingehend besichtigt werden. Sie dient der elektrischen Beleuchtung, Lüftung und Wasserversorgung des Neubaues. Es sind 4 Armington & Sims-Maschinen von je 75 PS und 2 Hilfsmaschinen von je 25 PS vorhanden. Die Dampfspannung beträgt 5,6 kg/qcm. Die Lichtmaschinen sind Edison-Dynamos. Im ganzen sind 2600 Glühlampen (16 Kerz.) angeschlossen. 2 Dampfpumpen von Blake dienen zum Betrieb von 2 hydraulischen Otis-Aufzügen. Der Wasserbehälter liegt 37 m hoch im Turm des Tempels. Der Auspuffdampf wird zur Erwärmung des Gebrauchswassers und des Kesselspeisewassers benutzt. Das Maschinenhaus liegt versenkt und ist in der Umwallung des Tempels kaum sichtbar, das Kesselhaus 150 m davon entfernt; es sind darin 4 Rauchrohrkessel aufgestellt, davon 2 für die Wasserheizung des Tempels, 2 für die Dampferzeugung.

Das Warmwasser verlässt die Kessel mit 75° C, wird in einen Behälter im Turm geleitet, geht von da in die Heizkörper und kommt mit 60° C wieder zurück. Die Feuerung der Kessel ist mit Schüttelrost und selbstthätiger Kohlezuführung versehen. Alles ist modern eingerichtet, so wie in allen anderen gröfseren Gebäuden der modernen Salzseestadt. Das einzige Besondere liegt in der architektonischen Ausschmückung des Kesselhauses und in dem als Minaret ausgebildeten grofsartigen Schornstein.

In der Stadt sind die Hauptstrafsen ausschliefslich mit modernen grofsen amerikanischen Geschäftshäusern bebaut, welche ähnliche Maschineneinrichtungen für Aufzugs- und Heizbetrieb besitzen wie im Osten. Für den Stadtbahnbetrieb dient eine elektrische Zentrale mit 2 liegenden Verbundmaschinen von Fraser & Chalmers in Chicago, jede zu 250 PS. Die Maschinen arbeiten auf eine gemeinschaftliche Welle mittels Seiltriebes, und jede Maschine ist durch eine Klauenkupplung ausschaltbar. 4 Riemen auf der Transmissionswelle dienen zum Antrieb von Edison-Dynamos. Reserven sind nicht vorhanden, auch keine Umschaltungen. Die Betriebsmaschinen werden zeitweilig bis zu 700 PS angestrengt.

Beachtens- und nachahmenswert ist die Eigentümlichkeit der Salzseestadt, dass alle neuen Strafsen aufserordentlich breit angelegt sind. An beiden Seiten befinden sich breite Alleen, dazwischen eine Doppelfahrstrafse, welche durch die in der Mitte stehenden Telegraphensäulen geteilt wird. Die Säulen tragen die Telegraphen- und Telephonleitungen sowie die Drahtleitungen für die Strafsenbahnen. Hierdurch ist die ganze Aufhängung der Leitungsdrähte nicht an das hässliche Gespinst von Drähten gebunden, welches sonst in amerikanischen Strafsen üblich ist. Aehnliche Strafsenanlagen, die von vornherein für bequeme Unterbringung von vielen Drahtleitungen vorgesehen sind, sind auch in anderen jüngeren westlichen Städten, z. B. in Ogden, zu finden.

Die weitere Fahrt nach dem Westen führt um den grofsen Salzsee herum und bietet Gelegenheit, die Schönheit desselben und des Gebirges zu bewundern.

Hinter dem Salzsee beginnt die grofse amerikanische Wüste in ausgedehnter Hochfläche, deren tiefste Einsenkung bei Humboldt noch immer 1160 m über dem Meere liegt. Eine Eigentümlichkeit ist, dass die Flüsse ganzer Staaten, von denen jeder gröfser ist als das Deutsche Reich, in diesen bleiben und keinen Abfluss finden.

Eigenartig ist auch das Studium der in diesen Staaten meist durch den Bergbau entstandenen Städte, insbesondere in Nevada, dessen gesamte Einwohnerzahl nur einige 60000 erreicht. Seine Hauptstadt Carson City besitzt prächtige Regierungsgebäude und daneben die einfachsten Bretterhütten, wie sie eben nur das geringe Alter der Stadt zulässt. Alles ist im Werden begriffen. Die kleine Stadt besitzt selbstverständlich auch ihre elektrische Beleuchtung mit einer Zentralstation in einer Sägemühle, der sie als Anhängsel des Bundgatters hinzugefügt ist. Dabei ist das Aufblühen der kleinen Stadt, soweit nicht der Bergbau den Hintergrund bildet, auf sehr mühsame, jedoch gut angelegte Bewässerungsanlagen gegründet. In neuerer Zeit sind in grofsem Mafsstabe Thalsperren in den Flussthälern in Ausführung oder geplant, insbesondere dort, wo Bergbauinteressen nicht mehr im Spiele sind.

Einiges ist, vom üblichen amerikanischen Einheitstil abweichend, mit Resten mexikanischer Eigentümlichkeiten behaftet: berittene, mit breitkrämpigen Hüten, auch wohl mit Revolver versehene Gemüse- und Milchburschen usw. In diesem einheitlichen Lande sind solche geringe Abweichungen von der Schablone auch schon auffällig, nicht zu sprechen von Schulkindern, die hoch zu Ross, oft zu dreien, das kleinste in der Mitte, dem fern gelegenen Schulhaus zureiten. Jede Schule ist auch, entsprechend dem Bedürfnis, mit Stallungen für die Unterbringung der Pferde versehen. Diese wenigen Einzelheiten sowie einige jämmerlich aussehende Ueberbleibsel der Indianer und einige harmlose, bisher fruchtlose Versuche zur Erziehung der Indianerkinder bilden die geringen Abweichungen im grofsen Einheitstaate.

Das gröfste Interesse nimmt die bekannte Bergstadt Virginia City mit den berühmten Comstock-Silbergruben in Anspruch. Die Fahrt nach der hochgelegenen Bergstadt bietet in keiner Weise die grofsartige Naturschönheit von Colorado und Leadville. Die Berge Nevadas sind zu kahl und wenigstens in unmittelbarer Nähe von Virginia City nicht so abwechslungsreich wie das Felsengebirge und entwickeln sich erst in gröfserer Entfernung am Tahoe-See und nahe der Sierra zu grofsartiger Schönheit.

Die Fahrt, von Reno ansteigend über Carson City und mit der Gebirgsbahn nach Virginia City, bietet erst bei der Bergbaustadt Gold Hill Interesse. Dort wird ebenso wie in Leadville in einer Unzahl kleiner Schachtanlagen mit verhältnismäfsig kleinen Mitteln der Boden zerwühlt. Hinter dem nächsten Hügelzug liegt Virginia City, 1860 m über dem Meere, eine moderne, verhältnismäfsig hoch entwickelte Stadt mit breiten Strafsen, grofsen Schulpalästen, Hotels und mit den grofsartigsten Schachtanlagen, welche nicht nur in Amerika, sondern überhaupt für Erzbergbau vorhanden sind.

Die Geschichte der Entwicklung des Bergbaues in Virginia City ist sehr einfach und für amerikanische Verhältnisse sehr bezeichnend, sie ist zugleich die Geschichte vieler anderer Bergbauanlagen, nur ist bei anderen nicht der gleiche Erfolg und bisher nicht das gleiche Ende zu verzeichnen.

Die ersten Goldlager sollen durch auswandernde Mormonen entdeckt worden sein, die nach Kalifornien zogen, das Gebirge aber im Winter nicht überschreiten konnten und aus Zeitvertreib den Goldkörnern nachgingen.

Viele haben ihre Apostel verlassen, sind zurückgeblieben und haben durch Goldwäscherei bei 5 bis 8 $ täglichem Verdienst ausreichendes Auskommen gefunden. Darauf folgten andere mit kleinen Tagbauten. Tiefbauten waren mit kleinen Mitteln unmöglich; die Entfernung von Kulturstätten und von der Eisenbahn war damals, in den 50er Jahren, viel zu grofs. Was nicht mit den einfachsten Hilfsmitteln geschaffen werden konnte, musste unterbleiben. Erst später, als gröfsere Erzlager aufgeschlossen wurden, wandte man sich der Silbergewinnung zu, und der Silberbergbau hat in Virginia City den gröfsten je erreichten Mafsstab, die gröfste Schachttiefe und die gröfste Ausbeute erlangt. Er ist mit grofsen Mitteln betrieben worden, und die maschinentechnischen Einrichtungen verdienen Fachgenossen gegenüber in Einzelheiten erwähnt zu werden.

Ende der 50er Jahre wurden die ersten gröfseren Lager von Silbererzen in Virginia City entdeckt. Die Geschichte der Entdeckung wiederholt sich mit Variationen in den einzelnen bedeutenden Bergbaubezirken, und als Charakteristik ist sie wert, erzählt zu werden.

Zwei Goldgräber, O'X. und Mc'Y., hatten im Gebirge geschürft und nur Minderwertiges gefunden. Sie waren im Begriff, das Suchen aufzugeben, als sie an der Stelle, wo heute die Ophir-Grube liegt, eine Erzader öffneten. Sie fanden dort Gold und aufserdem sehr reiches Schwefelsilber, welchen »schweren schwarzen Stoff« sie als wertlos beiseite schafften. Als der Ruf von der Entdeckung des Erzganges

sich verbreitete, kam ein Mr. Comstock und bewies mit seinem Revolver, dass er ältere Rechte besitze, liefs sich aber herbei, als Teilhaber der Unternehmung einzutreten. Er besorgte das Geschrei, die beiden anderen die Arbeit, und schliefslich wurde von dem neuen Fund so viel gesprochen, dass er den Namen »Comstock-Lode« behielt und als solcher weltberühmt wurde. Der »schwarze schwere Stoff« wurde nach Kalifornien zur Untersuchung gesandt und rief dort ungeheures Erstaunen hervor; mit der Analyse, welche den grofsen Silberreichtum feststellte, kamen tausende von Arbeitern und Abenteurern ins Land gezogen, welches bis dahin nur von wenigen Mormonen dünn bevölkert war, und am Fufse des 2370 m hohen Davidson-Bergs wurde eine neue Bergstadt aus Zelten und Hütten errichtet. Die amerikanische »Sage« erzählt, dass Comstock seinen Anteil an der Grube verkaufte und in Montana sein Leben endete, dass der andere Gründer ein Hotel errichtete und irrsinnig wurde, während der dritte als Hotelbesitzer ehrlich verstarb.

Aus dieser Entdeckung unwissender Goldgräber erwuchs der Reichtum der Comstock-Grube, der Reichtum der Mackays, Fairs, Johns und Woods usw., und die Berühmtheit dieser ersten amerikanischen Silbergrube ist in alle Welt gedrungen.

Der erste Abbau im Grofsen stiefs auf grofse Schwierigkeiten, da geübte Leute nicht zu haben waren. Die tausende von Goldgräbern, die ins Land zogen, konnten als Grubenarbeiter nicht zählen. Die einzigen »Sachverständigen« waren die Mexikaner, unwissend zwar, aber im Handwerk erfahren, und was die Mexikaner angaben, war für den Bergbau Gesetz. Erst 10 Jahre später wurden durch amerikanische Ingenieure Pochwerke angelegt. Die Ausbildung des eigentlichen Bergbaues ist fast ausschliefslich durch deutsche Bergleute, ehemalige Freiberger, erfolgt. Durch diese wurden auch das Amalgamationsverfahren, die Erzröstung, der Schachtausbau und der gröfste Teil der Grubenarbeit eingeführt.

Als der Tiefbau fortschritt, wurden die gröfseren Wasserzuflüsse mit Ursache, dass der Erfindungsgeist im Bau grofser Maschinen stark in Anspruch genommen wurde, und kalifornische Ingenieure hatten an dieser Richtung der Entwicklung den gröfsten Anteil. Als der Bergbau grofse Ausdehnung, die Schächte eine bisher nicht erreichte Tiefe erhielten, wurden auch die Maschineneinrichtungen für die damalige Zeit sehr bedeutend.

Mit dem Bergbau entwickelte sich die Stadt. Bei der Höhenlage im kahlen Gebirge war die erste und notwendigste Einrichtung die Wasserleitung, da der Bergbau anfangs nahezu kein Wasser lieferte, sondern viel benötigte. Zuerst wurden Brunnen angelegt, die für den Bedarf bald unzureichend wurden, als die Aufbereitungsmühlen ihren Betrieb eröffneten. Eine Wassergesellschaft stellte Stollen her, die aber hauptsächlich Betriebswasser für den Bergbau liefern und nebenbei Wasser an die Stadt abgeben sollten. Der Zufluss war für den wachsenden Betrieb und schliefslich selbst für die Stadt allein unzureichend. Es wurde beschlossen, ausreichendes und gutes Wasser von den hochgelegenen Seen der gegenüberliegenden Sierra zu holen. Hierbei musste aber das etwa 600 m tiefe Washoe-Thal überschritten werden. Die Projektirung und Ausführung wurde dem Ingenieur Schüssler in S. Francisco übertragen und 1873 vollendet. Es wurden 11 km Röhren von 0,3 m Dmr. verlegt, ausreichend für 7500 cbm tägliche Wasserversorgung, und das Thal wurde durch einen Syphon überschritten, mit einer Wasserpressung von 525 m Höhe im unteren Scheitel. Die Einströmungsstelle in das Versorgungsrohr lag 142 m höher als das Ausgussgerinne. Die ganze Rohrleitung wurde mit genieteten Blechröhren von 8 mm Wandstärke unten, 1,6 mm Wandstärke oben hergestellt.

1859 bestand die erste Ansiedlung nur aus Erdhöhlen und Zelten, 1860 war Krieg mit benachbarten Indianern zu führen, 1863 war die Goldgräber-Kolonie eine richtige amerikanische Stadt. Ein alter beliebter Einwohner, Virginia genannt, hat die Stadt mit einer »whiskey-bottle« getauft. Sie war nach amerikanischen Begriffen »fire proof« hergestellt, nachdem zahlreiche Feuer viele Verwüstungen in den ersten Ansiedelungen angerichtet hatten.

Mit dem Reichtum kamen die Abenteurer und das Gesindel ins Land gezogen. Gewalt und Mordthaten waren an der Tagesordung, und es folgten Jahre der Ordnungslosigkeit. Ein »Vigilance committee« machte Mitte der sechziger Jahre dem Unwesen ein Ende. Die Schuldigen wurden aufgehängt. 1862 wurde die Gasleitung hergestellt; im selben Jahre erschienen auch schon zwei tägliche Zeitungen und eine wöchentliche. Die Zahl der Einwohner betrug 1863 schon 20000. Wie in den meisten amerikanischen Städten zerstörte ein grofses Feuer (1875) 2000 Gebäude und die meisten Schachtgebäude. Dies ist kaum tragischer zu nehmen, als die alljährliche Zerstörung von hölzernen Städten durch Cyklone. Die Städte sind eben darnach gebaut, und so rasch die angeblich feuerfesten Häuser von Virginia City zerstört wurden, eben so rasch entstanden sie wieder. Der Neubau begann am selben Tage, an dem das Feuer gelöscht wurde. Die Bergbauunternehmungen waren besonders thätig und konnten trotz der grofsen Zerstörung nach 30 Tagen den Betrieb im ganzen Umfange wieder aufnehmen, und nach 60 Tagen war die ganze Stadt neu erstanden.

1869 wurde mit einem Kostenaufwande von 3 Millionen $ die Eisenbahnverbindung mit Reno und der Pacific-Bahn hergestellt. Die frühere Verbindung, auch für den Bergbaubetrieb, die Zufuhr an Material und Maschinen wurde ausschl. durch Karren, bis zu 16 Pferden bespannt, besorgt. Die Personenverbindung wurde mit Postwagen besorgt; die Verbindung mit Kalifornien durch Maultierkarawanen, 50 bis 100 in einer Reihe. Von dort aus wurde alles Grubenmaterial, Maschinen usw. zugeführt.

Ende der 70er Jahre wurde die Wasserleitung unzureichend. Zur Verstärkung der Wasserversorgung wurden neue Röhren (0,25 m Dmr.) in gleicher Weise wie die alten gelegt. Die Wassergewinnung, welche ursprünglich nur auf Thalsperren angewiesen war, wurde bis zum Marlette-See ausgedehnt und, um diesen aufzuschliefsen, ein Tunnel von 900 m Länge durch die Wasserscheide getrieben. 1887 wurde ein drittes 300 mm-geschweifstes Rohr gelegt, sodass alle drei Rohrleitungen zusammen einen Bedarf von 38000 cbm decken können. Aufserdem wurden zahlreiche grofse, hölzerne Hochbehälter am Davidson-Berg aufgestellt.

Die Gesamtkosten der Wasserleitung betrugen $2\frac{1}{2}$ Mill. $. Die Rohrverbindung erfolgte durch übergeschobene Muffen und Bleidichtung auf beiden Seiten. Nur die älteren Röhren sind mit gewöhnlichen Muffendichtungen versehen.

Ueber die Bergbauverhältnisse sowie über die für den Betrieb in Virginia City verwandten Maschinen eine Uebersicht zu bieten, ist aufserordentlich schwer. Die Betriebsverhältnisse waren zu ungleichartig, die Betriebseinrichtungen ungleichwertig; auch wechselten fortwährend die Leitung und die leitenden Gedanken, so wie die Unternehmungen ihre Besitzer wechselten oder zu gröfseren Unternehmungen zusammengelegt wurden. Ungeheure Mannigfaltigkeit und Ausführung von Unzweckmäfsigem war die selbstverständliche Folge.

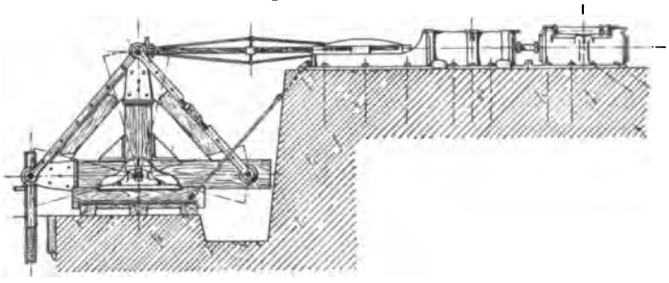
Zuerst wurde nur Tagbau betrieben, dann erfolgte der Aufschluss in primitiven tonnlägigen Schächten, später wurden kleine Unternehmungen zu gröfseren vereinigt, welche gemeinsam einen Tiefbau mit saigerem Schacht eröffneten und die Erzlager durch Querschläge aufschlossen. Die Erzgänge fielen vom Davidson-Berg unter etwa 45° gegen Osten ein. Ursprünglich wurde vorausgesetzt, dass sie sich in gröfserer Tiefe nach Westen wendeten. Die ältesten Förderanlagen, am Ausbiss des Erzganges, bestehen heute nicht mehr. Die Ostseite wurde anfänglich als die minderwertige betrachtet, und die Aufschlussarbeiten überwiegend nach Westen vorgenommen. Erst durch einen Tiefbau auf der Ophir-Grube wurde festgestellt, dass der Erzgang in gröfserer Tiefe senkrecht einfiel und sich dann unter 45° nach Osten wendete. Infolge dieser Feststellung sowie des immer reicher werdenden Silbererzes entstand Ende der 60er Jahre die erste Reihe der grofsen Tiefbauanlagen, und zwar die Schächte: Ophir, Mexican, California, Curray, Savage, Hale und Norcross usw. Anfangs der 70er Jahre wurde die zweite Schachtreihe 300 m weiter ostwärts angelegt und der Erzgang dadurch in gröfserer Tiefe aufgeschlossen. Die zweite Schachtreihe wurde auch mit leistungsfähigen Maschinen für Förde-

rung und Wasserhaltung ausgerüstet, welche teilweise zu den gröfsten überhaupt bestehenden zu zählen sind. Die Pumpwerke wurden in verhältnismäfsig grofsem Stil angelegt, da in den Tiefbauten viel Wasser zu erwarten war. Das zufliefsende Wasser war anfangs kalt, wurde aber später immer heifser, sodass ausgedehnte Ventilations- und später auch Kühleinrichtungen notwendig wurden. Die Betriebsschwierigkeiten waren insbesondere infolge des heifsen Wassers sehr bedeutend, die Ausbeute jedoch, besonders in gröfserer Tiefe, eine bisher unerhört reiche. Die erwähnten Verhältnisse haben zur Einführung von sehr bedeutendem unterirdischem Maschinenbetrieb, wesentlich mit Druckluft als Triebkraft in grofsem Mafsstabe, Anlass gegeben.

Durch diese zweite Schachtreihe wurden die mächtigsten und wertvollsten Erzlager aufgeschlossen, und zwar von 1873 bis Anfang der 80er Jahre. Der bisher unerhörte Silberreichtum hatte in der Welt das gröfste Aufsehen hervorgerufen. Es entstand ein ungeheurer Zulauf nach Virginia

Fig. 309.

Wasserhaltung des C. und C-Schachtes.



City, und der Aufschluss der reichen Gruben mit grofsen Mitteln und im grofsen Mafsstabe war die nächste Folge. Insbesondere die vereinigte Virginia-Grube erregte in den Jahren 1873/74 durch den Reichtum ihrer Erzlager gewaltiges Aufsehen. Der Erzgang hatte dort eine Breite von 370 m und 90 m Mächtigkeit, und die Ausbeute betrug zeitweilig bis zu 700 $ für die Tonne geförderten Erzes. Der Haupterzgang wurde die »grofse Bonanza« genannt, und aus diesem Gange allein im Laufe von 7 Jahren viele 100 Mill. $ Ausbeute gewonnen.

Das gesamte Erträgnis in Millionen $ bis zur Einstellung des Bergbaues betrug bei der Ophir-Grube 20, Cal. und Consol. Virginia 65, California 46, Savage 16,5, Hall und Norcross 11, Chollar 16, Gould und Curry 15,5, Crown Point 22, Belcher 26 usw.

Mitte der 70er Jahre wurde die dritte Schachtreihe Yellow Jacket, C. S. und N.-Schacht (Combination), Mexican Union und Foreman 600 m weiter östlich niedergebracht und dabei eine Schachttiefe von durchschnittlich 900 m erreicht. Da die Ausbeute bis Ende der 70er Jahre eine ungewöhnlich günstige war, so konnten diese Schächte mit grofsen Mitteln und für die damalige Zeit auch guten Maschinen betrieben werden. Die gröfste Tiefe erreichte der Combination-Schacht mit 990 m. Diese grofse Schachtanlage hatte die älteren Schächte Chollar, Hall, Norcross und Savage zu ersetzen. Das Schachtprofil ist 9×3 m mit 4 Abteilungen.

Zu gleicher Zeit wurde auch der grofse Entwässerungstunnel, als Sutro-Tunnel bekannt, hergestellt; über diesen enthält die Litteratur aller Länder aufserordentlich weitläufige Angaben, und er ist vielfach als ein Bauwerk allerersten Ranges gepriesen worden. Dies trifft nicht zu. Es handelt sich um einen Entwässerungsstollen, nur von ungewöhnlichem Profil, aber verhältnismäfsig geringer Länge. Das Bauwerk als solches wird durch alle unsere grofsen Tunnelbauten, insbesondre in Sachsen, im Harz, Schemnitz usw., übertroffen.

Nach Fertigstellung des Sutro-Tunnels wurden die über 490 m Tiefe belegenen Gruben entwässert, und das Wasser war nur bis zur Sohle des Sutro-Tunnels zu heben.

Soweit die Geschichte des bis Anfang der 80er Jahre mit unerhörtem Glück entwickelten Bergbaues. Hieran schliefst sich folgende Leidensgeschichte.

Die Temperatur des Grubenwassers wurde immer höher. Die Gelehrten Europas interessirten sich lebhaft für die bisher noch nicht vorgekommene starke Erwärmung in den bedeutenden Tiefen, wo Wassertemperaturen bis zu 80° C erreicht wurden. Zahlreiche Unglücksfälle durch Verbrennen waren an der Tagesordnung, und der Betrieb konnte gerade während der Zeit der besten Ausbeute nur durch besondere Ventilationseinrichtungen aufrecht erhalten werden, durch Anlage besonderer Eiskühlkammern, in welchen die Arbeiter nach ungefähr zweistündiger Arbeitszeit sich abkühlen konnten. Ohne Eis war das Arbeiten in der Grube überhaupt unmöglich. Am Combination-Schacht z. B. betrugen die Kosten für Eiskühlung allein durchschnittlich etwa 1300 $ im Monat.

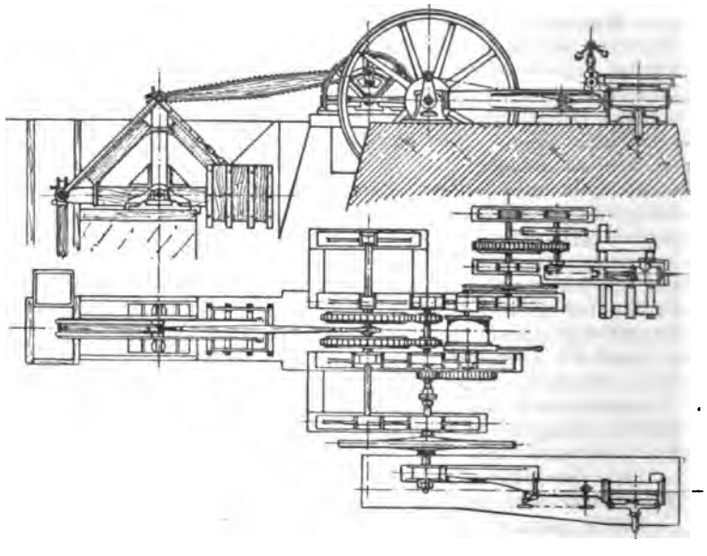
Die vielen gelehrten Beobachtungen über diese ungewöhnliche Temperaturzunahme sind aber hinfällig gegenüber der einfachen Thatsache, dass in ganz Nevada in geringer Entfernung von den Erzbergbauten heute noch heifse Quellen unmittelbar zu Tage treten und dass durch den Bergbau solche heifse Quellen aufgefahren wurden. So lange die Ausbeute eine reiche war, wurden die ungewöhnlichen Betriebsschwierigkeiten, welche das heifse Wasser schaffte, durch Aufwand grofser Mittel und grofser Kosten überwunden. Die zufliefsenden Wassermengen wurden aber für den Betrieb der Tiefbauten ungeheuer grofse, sodass selbst die vorhandenen grofsen Pumpwerke auch in Verbindung mit dem Sutro-Tunnel immer unzulänglicher wurden.

Im Februar 1882 wurde in 825 m Tiefe auf der Exchequer-Grube viel Wasser angefahren und die Grube ersäuft, ebenso die benachbarten Gruben Alpha, Imperial, Kentucky, Crown Point, Belcher, Overman und Caledonia. Die Wasser konnten nicht gehalten werden, und alles bis auf 825 m Sohle war unter Wasser. Die Pumpwerke wurden in Betrieb gehalten, um den unterirdischen Wasserzufluss der Exchequer-Grube zu bewältigen. Hierbei stand aber als leistungsfähige Anlage nur Yellow Jacket zur Verfügung. Unter den Interessenten konnte eine Vereinbarung über die Betriebskosten nicht erzielt werden, sodass Yellow Jacket Ende Februar 1882 den Betrieb einstellte, worauf dann die Gruben bis auf die Höhe des Sutro-Tunnels ersoffen.

In vollem Betrieb stand damals nur noch der Combination-Schacht (990 m Tiefe). Die Ausgaben waren aber zu hohe,

Fig. 310.

Wasserhaltung des Ophir-Schachtes.



und der Betrieb wurde 1886 eingestellt, obschon die Wasser noch bewältigt werden konnten.

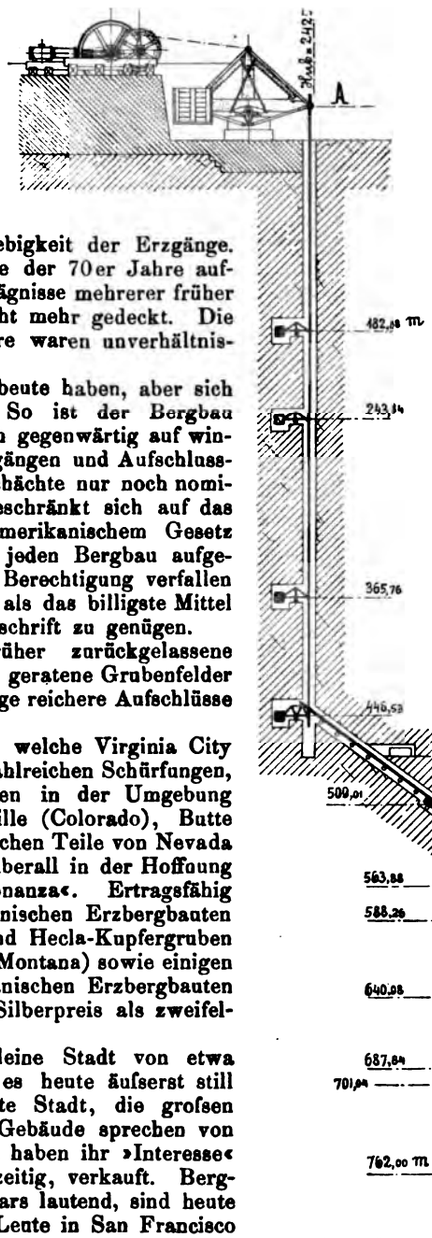
Der Mexican Union-Schacht hatte noch Betrieb in der 825 m-Sohle, stellte aber auch wegen zu hoher Betriebskosten 1885 den Abbau und die Wasserhaltung ein.

Gegenwärtig sind über 200 km Grubenstrecken unter

Wasser. Die Wassertemperatur vor dem Einbruch betrug zwischen 60 und 70° C.

Die Tiefbauschächte hatten aufserordentlich viel gekostet, insbesondere für die Wasserhaltung waren für damalige Begriffe und für die dortigen Verhältnisse äufserst kostspielige Anlagen hergestellt worden. Die Unternehmer verloren das Vertrauen in den sicheren Betrieb der Tiefbauten und wollten auf die zweite Schachtreihe zurückgehen, wo bauwürdige Erzgänge zurückgelassen worden waren. So blieb der Betrieb unterhalb der Sohle des Sutro-Tunnels endgiltig eingestellt. Damit ist der Bergbau von seiner ursprünglichen Höhe immer mehr zurückgegangen und fristet heute nur noch ein kümmerliches Dasein.

Fig. 311.
Wasserhaltung des Ophir-Schachtes.



Der grofse Wassereinbruch ist dabei aber nicht die alleinige Ursache dieses gewaltigen Rückganges; seine tiefere Ursache liegt in der immer geringer werdenden Ergiebigkeit der Erzgänge. Die grofse Ausbeute hatte schon Ende der 70er Jahre aufgehört, 1881 und 1882 hatten die Erträgnisse mehrerer früher reicher Gruben die Betriebskosten nicht mehr gedeckt. Die Kosten der Wasserhaltung insbesondere waren unverhältnismäfsig grofse.

Die Teilhaber wollten reiche Ausbeute haben, aber sich zu keinerlei Ausgaben verstehen. So ist der Bergbau heruntergekommen und beschränkt sich gegenwärtig auf winzige Abbauten in minderwertigen Erzgängen und Aufschlussarbeiten, während die Mehrzahl der Schächte nur noch nominell in Betrieb ist. Der »Betrieb« beschränkt sich auf das Halten eines Wächters, weil nach amerikanischem Gesetz eine Ausgabe von 100 $ im Jahr für jeden Bergbau aufgewendet werden muss, wenn nicht die Berechtigung verfallen soll. Das Halten eines Wächters wird als das billigste Mittel betrachtet, um dieser gesetzlichen Vorschrift zu genügen.

Gegenwärtig werden einige früher zurückgelassene minderwertige Erzgänge und in Brand geratene Grubenfelder abgebaut, und die Aussichten auf künftige reichere Aufschlüsse sind sehr gering.

Die ungeheuer reiche Ausbeute, welche Virginia City früher lieferte, gab Veranlassung zu zahlreichen Schürfungen, amerikanisch richtiger: Durchwühlungen in der Umgebung von Virginia City, ebenso in Leadville (Colorado), Butte City (Montana), sowie in den im südlichen Teile von Nevada und Utah gelegenen Silberdistrikten, überall in der Hoffnung auf Erschliefsung einer »grofsen Bonanza«. Ertragsfähig sind von den zahllosen neuen amerikanischen Erzbergbauten nur wenige. Aufser den Calumet und Hecla-Kupfergruben am Oberen See, der Anaconda-Grube (Montana) sowie einigen kleinen Goldgruben gelten die amerikanischen Erzbergbauten auch ohne den seit Jahren niedrigen Silberpreis als zweifelhafte Spekulationen.

Virginia City ist seither eine kleine Stadt von etwa 6000 Einwohnern geworden, in der es heute äufserst still hergeht, und nur die grofs angelegte Stadt, die grofsen Schachtanlagen und einige prächtige Gebäude sprechen von vergangenen Zeiten. Die Kapitalisten haben ihr »Interesse« an Bergbau und Tunnel, meist rechtzeitig, verkauft. Bergbauaktien, auf einen oder wenige Dollars lautend, sind heute in den Händen kleiner und kleinster Leute in San Francisco und anderen Städten, und das oft starke Schwanken des Kurses und der Hoffnungen wird ohne jeglichen Zusammenhang mit den wirklichen Bergbauverhältnissen von den Händlern besorgt.

Die Ausführung des Sutro-Tunnels ist durch folgendes kurz gekennzeichnet:

Die Betriebskosten des Bergbaues in Virginia City, insbesondere die Kosten der Wasserhebung bei stets starkem Zufluss und oftmaligem Auffahren unterirdischer Wasserkammern, welche grofse Grubenteile aufser Betrieb setzten, waren von Anfang an grofse. Um diese Betriebsschwierigkeiten zu beheben, wurden wiederholt Entwässerungsstollen von 300 bis 1500 m Länge ausgeführt, aber nicht planmäfsig und nicht rechtzeitig; der Grubenbau war bei Vollendung der Stollen längst schon unter Stollensohle und die Anlagen entsprachen dem Zwecke nur ungenügend.

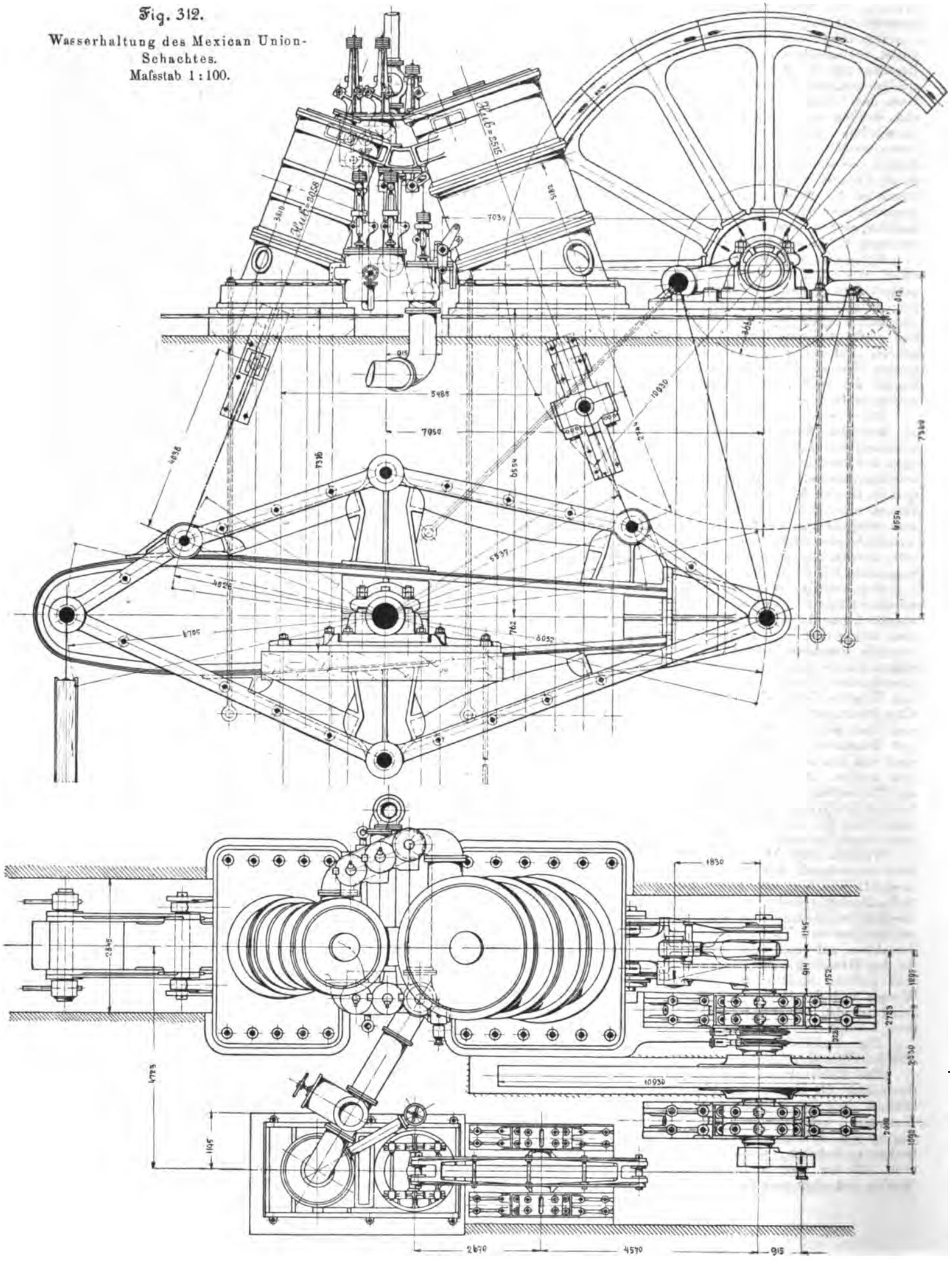
Sutro betrieb die planmäfsige Herstellung eines grofsen Entwässerungstunnels für das ganze Bergrevier. Die Vorarbeiten wurden von dem Ingenieur Schüssler in San Francisco durchgeführt und die Arbeit Oktober 1869 vom Thale des Carson-Flusses aus begonnen. Der Comstock-Erzgang sollte bei 6,4 km Tunnellänge in einer Tiefe von 500 m erreicht werden. Um Material- und Gesteinförderung für den Bergbau zu ermöglichen, wurde der Tunnelquerschnitt trapezförmig mit 2,1 m Höhe und 2,4 bezw. 2,7 m Breite ausgeführt. Der Tunnel ist in druckhaftem Gebirge mit Holzzimmerung ausgebaut (40/40 cm-Hölzer in durchschnittlich 1,3 m Entfernung). Er hatte 2 Schmalspurgleise aufzunehmen für Materialförderung durch gewöhnliche Lokomotiven mit Koks-Feuerung. Der Wasserabfluss wurde unter die Tunnelsohle gelegt und mit Holzbalken überbühnt.

Der Tunnelbau dauerte 8 Jahre. Die Baukosten betrugen 4,5 Mill. $. Bei Vollendung dieses grofsen Entwässerungs- und Fördertunnels hatte die Mehrzahl der Gruben schon die 900 m-Sohle erreicht; die Betriebe lagen somit weit unter Stollensohle, sodass auch dieser Tunnel hinsichtlich Wasserbewältigung seinen Zweck nicht erfüllte, sondern nur teilweise Entlastung herbeiführte.

Nach Erreichung des Comstock-Erzganges wurden nach Norden und Süden zusammen 3,2 km lange Querschläge nach den nördlich und südlich gelegenen Schächten hergestellt. Der Haupttunnel wurde durch eine Dammthür verschliefsbar gemacht; diese ist (gegenwärtig wenigstens) von sehr fragwürdiger Bauart und auch für geringen Druck nicht widerstandsfähig. Sie sollte als Sicherheitsmafsregel dienen, falls die Grubenbesitzer ihre Abgaben nicht bezahlten. Die Vereinbarung mit den Gruben bestand in einer an die Tunnelunternehmung zu zahlenden Abgabe, die nicht nach der Menge des ausfliefsenden Wassers, sondern nach der geförderten Erzmenge berechnet war.

Der Tunnelbau und anfangs auch die Unternehmung hat viele bereichert; die Tunnel-Gesellschaft ist jedoch gegenwärtig nach dem Niedergange des Bergbaues nicht mehr lebensfähig. Es sind grofse Instandhaltungskosten zu tragen, die Abgaben der Gruben mussten herabgesetzt werden, sie gelten jetzt nicht mehr für unbestimmte Zeit und werden nach der Reichhaltigkeit der Erze bestimmt. Nachdem der Abbau nur mehr über Tunnelsohle erfolgt und äufserst gering ist, bleiben auch die Erträgnisse des Tunnels unter den laufenden Kosten.

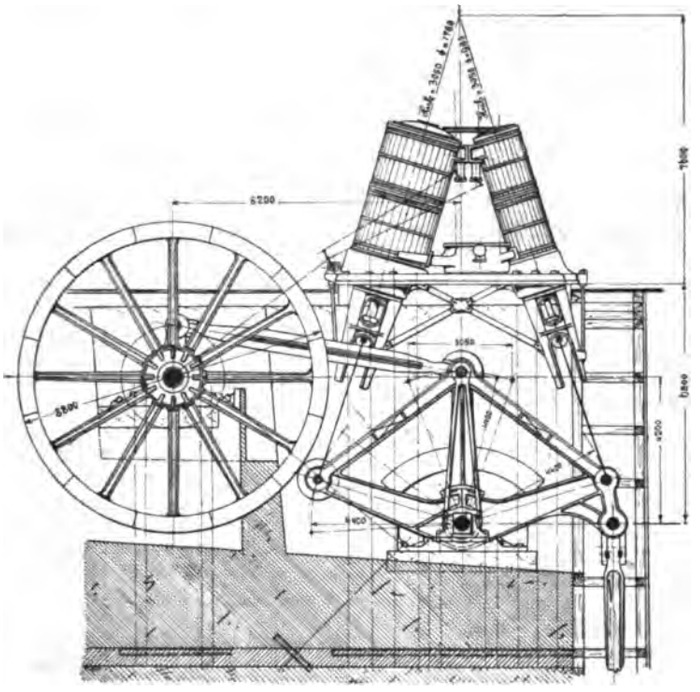
Fig. 312.
Wasserhaltung des Mexican Union-Schachtes.
Mafsstab 1 : 100.



Auch die sonstigen an den Tunnel geknüpften Hoffnungen haben sich nicht erfüllt. Die Tunnelmündung liegt 46 m über dem Carson-Fluss. Dieses Gefälle gedachte man vor der Tunnelmündung auszunutzen, unter der Annahme, dass die verfügbare Wasserkraft des abfliefsenden Wassers in kurzem die grofsen Aufbereitungsanlagen veranlassen werde, nach der Tunnelmündung überzusiedeln. Es wurde dort der Plan einer »Sutro-Stadt« ausgelegt, die Stadt im Osten ist aber nicht erstanden. Auch zur Zeit, wo der Bergbau noch in Blüte stand, ist kein Betrieb nach dort übersiedelt, obschon der Verkehr nach der Westseite immer ein kostspieliger und schwieriger war. Auch ein Beweis, dass Betriebskraft allein nicht imstande ist, eine Industrie von einer Stätte, wo die übrigen zahlreichen Lebensbedingungen für sie einmal normal eingerichtet sind, wegzulocken. Virginia City, welches tot gesagt wurde, wuchs zu einer grofsen Stadt von 30000 Einwohnern; die Sutro-Stadt bestand während des Tunnelbaues aus den Arbeiterhütten, die nach seiner Vollendung auch noch verschwanden, und im Carson-Thale werden erst jetzt, wo der Bergbau keine Rolle mehr spielt, Versuche gemacht, durch grofse Bewässerungsanlagen das bisher wüste, aber schöne Thal fruchtbar zu machen, was im Laufe einiger Jahrzehnte auch gelingen und eine bedeutende Agrikultur heranziehen wird.

Fig. 313.

Wasserhaltung der Ontario-Gruben in Park City. Mafsstab 1 : 200.



Die Ausführung des Tunnelbaues bot nichts Besonderes. Die Vorbilder waren durch den Mont Cenis und die alten Bergbauanlagen gegeben. Ueber diesen Bau ist auch in der technischen Litteratur mehr als zur genüge geschrieben, hingegen über die eigentliche Art des Maschinenbetriebes in Virginia City nahezu gar nichts, und gerade dieser verdient, Fachgenossen mitgeteilt zu werden, bevor der berühmte Bergbau gänzlich verschwindet.

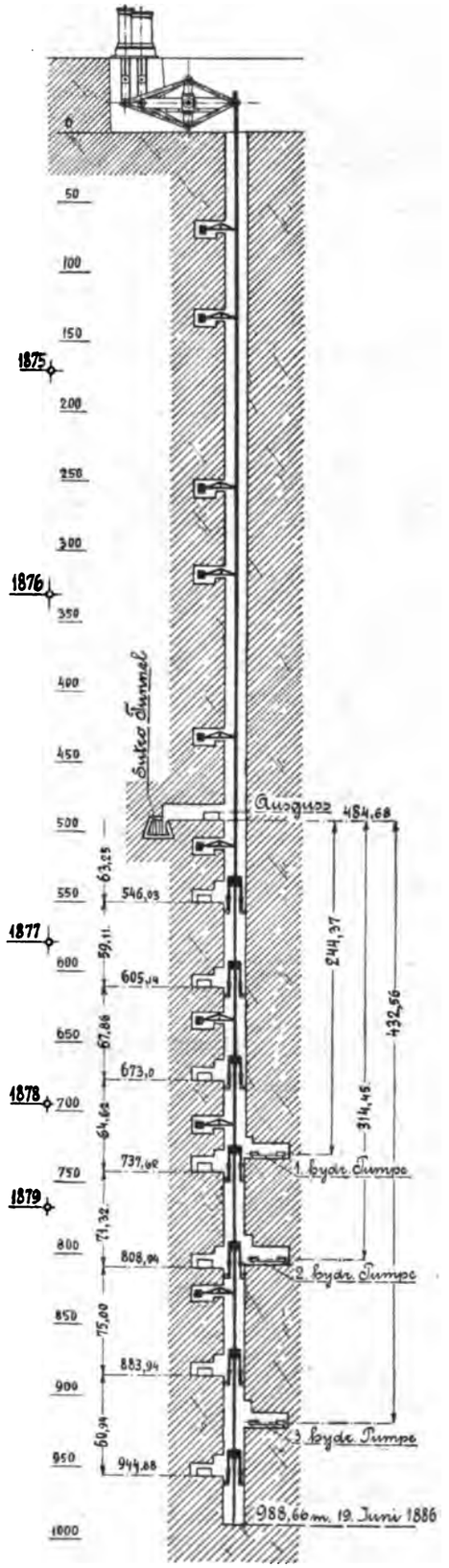
Die Vorteile des Tunnels bestanden in der Entlastung der Wasserhaltungsanlagen (Wasserhebung nur bis zur 490 m-Sohle), insbesondere aber auch in der Ausnutzung des Wassergefälles von über Tag bis zur Tunnelsohle (550 bis 610 m) für hydraulische Anlagen und in der Verwertung der städtischen Wasserleitung für Kraftanlagen.

Die Abgaben für die städtische Wasserleitung in Virginia City waren feste, gleichgültig, wie hoch der Verbrauch war, und das Gefälle von Virginia City bis zum Carson-Thale blieb unbenutzt. Es lag also im Interesse der Bergbauunternehmer, alles städtische Wasser auszunutzen und insbesondere das durch den Tunnel verfügbare Gefälle entsprechend einer durchschnittlichen Leistung von über 1000 PS zu verwerten.

Es entstanden zahlreiche kleinere und mehrere gröfsere unterirdische Wasserkraftanlagen, sämtlich mit Pelton-Rädern[1]) für den Betrieb von Kompressoren, Dynamos, für unterir-

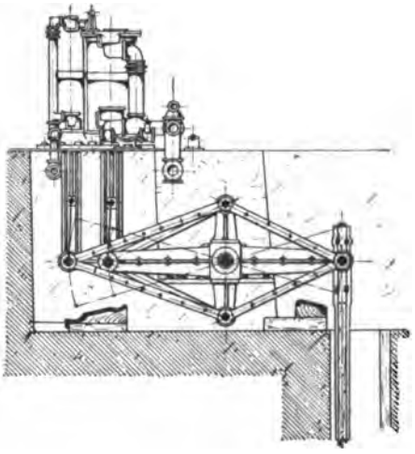
Fig. 314.

Wasserhaltung des Combination-Schachtes.



[1]) Z. 1892 S. 1181 und 1551.

Fig. 315.
Wasserhaltung Belcher-Grube.



dische Grubenarbeiten usw. Der Anfang dieser Ausnutzung der verfügbaren Wasserkräfte wurde mit Pelton-Rädern in mehreren Stufen (je 150 m) und Kraftübertragung durch Drahtseiltriebe gemacht.

Im Folgenden sind zunächst die grofsen Schachtanlagen mit ihren Maschinen und im Zusammenhange damit auch die eben erwähnten Maschinen für Ausnutzung der Wasserkräfte in den wesentlichsten Einzelheiten wiedergegeben. Die Ausdehnung des ehemaligen Bergbaubetriebes und der Maschinenanlagen ist eine so grofse, dass ich mich hierbei nur auf eine bezeichnende Auswahl, und zwar der Wasserhaltungsmaschinen beschränken muss.

Da eine vollständige Uebersicht doch zu weitläufig werden würde, sind die Maschinenanlagen nicht nach Gruppen geordnet, sondern so wie sie auf den einzelnen hauptsäch-

Fig. 316. Obertägige Kraftpumpe des Combination-Schachtes. Mafsstab 1 : 150.

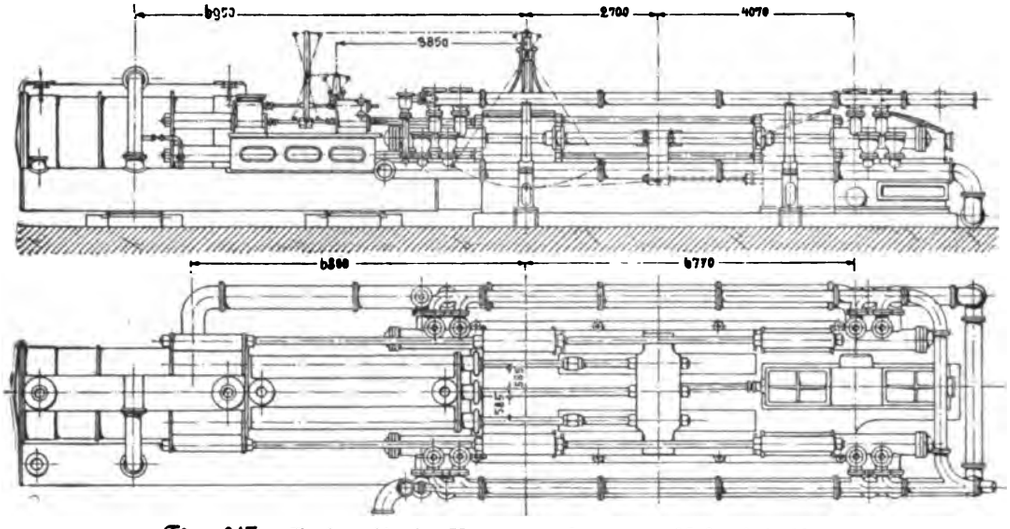


Fig. 317. Hydraulische Untergrundpumpe. Mafsstab 1 : 80.

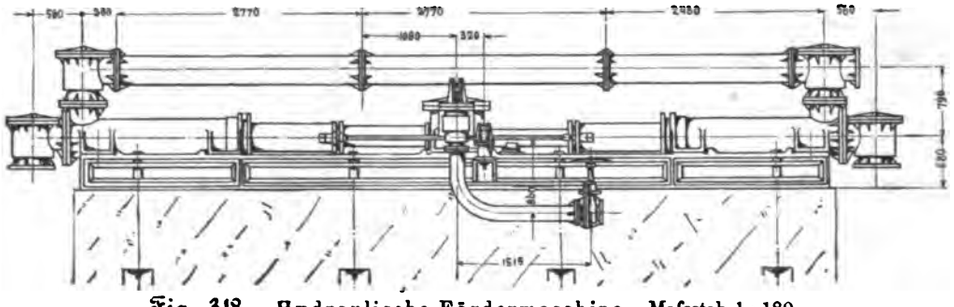


Fig. 318. Hydraulische Fördermaschine. Mafsstab 1 : 180.

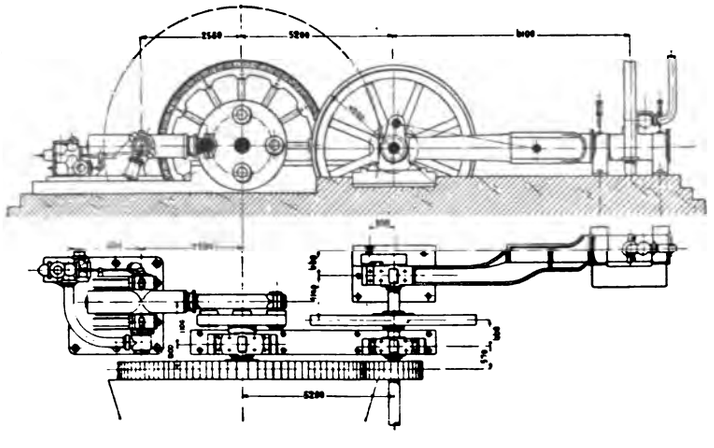
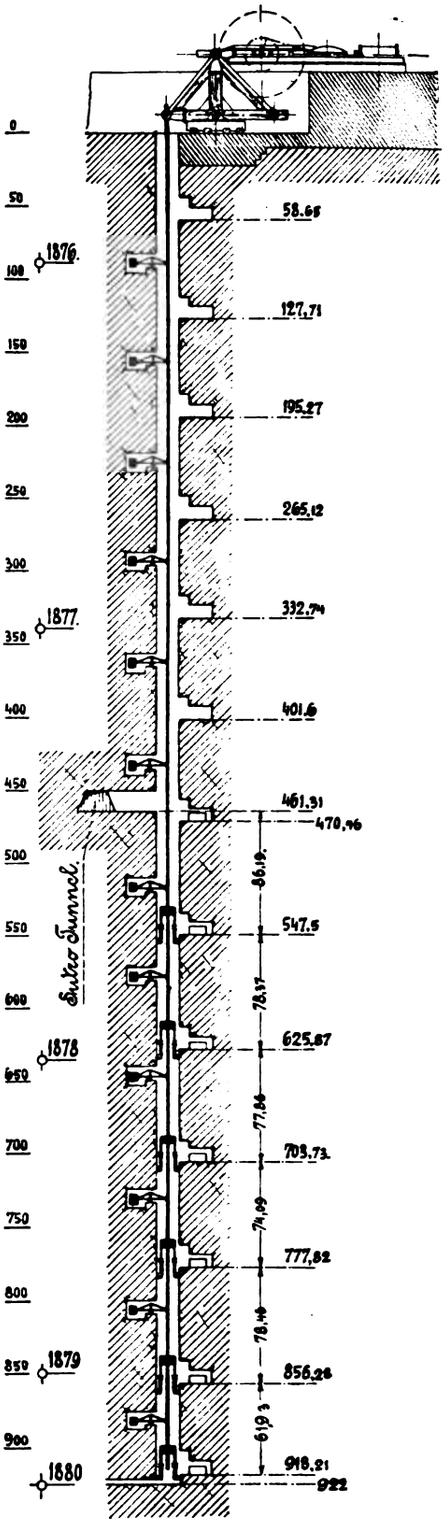


Fig. 319.
Yellow Jacket-Schacht.



lichsten Schächten aufgestellt sind. Ich möchte zugleich vorweg bemerken: es hat wenig Sinn, auf die vielen Unvollkommenheiten der Maschinen heute überlegen herabsehen zu wollen. Das, was damals geschaffen wurde, ist trotz des heutigen Fortschritts hoch beachtenswert, muss mit Rücksicht auf die Zeit und den Ort, wo die Anlagen entstanden, beurteilt werden und mit Rücksicht auf die entlegenen Gegen-

den, auf die ungeheuren Transportschwierigkeiten und die damals noch unzulänglichen Erfahrungen. Statt weitläufiger Beschreibung der Maschinen werde ich nur Skizzen, und, wo notwendig, Einzelheiten der Maschinen wiedergeben.

Die Förderanlagen möchte ich von der Besprechung ausschliefsen, da sie trotz der Ausdehnung für uns wenig Beachtenswertes bieten. Es sind alle Systeme von Fördermaschinen von den einfachsten Haspeln bis zu grofsen Zwillingsfördermaschinen vertreten, u. a. auf den Schächten der dritten Reihe Fördermaschinen von 710 mm Cylinderdmr., 2440 mm Hub, 100 Min.-Umdr. Alle gröfseren Maschinen sind mit Ventilauslössteuerung versehen und von den Union-Eisenwerken oder den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut. Die 900 m tiefen Schächte wurden mit Bandseil und Bobinen betrieben. Rundseile und konische Trommeln sind weniger zahlreich verwandt. Alle Fördermaschinen sind, wie überhaupt in Amerika, mit sehr vollständigen und vorzüglichen Ausrüstungen, Sicherheitsvorrichtungen usw. versehen.

C. und C.-Schacht.

Die Wasserhaltung wurde durch eine über Tag liegende Verbundmaschine ohne Schwungrad, Fig. 309, mit Differential-Davey-Steuerung durch Ventile besorgt. Schachttiefe bis Tunnelsohle 534 m. Die Gestängepumpen haben 305 mm Plungerdmr. bei 2440 mm Hub. Die Uebertragung auf das Schachtgestänge erfolgt durch einen armirten Holzwinkelhebel.

In dem C. und C.-Schachte wurde nach Fertigstellung des Sutro-Tunnels eine hydraulische Kraftanlage mit Kraftübertragung durch Drahtseil für den Betrieb einer 240 m entfernt liegenden Aufbereitungsanlage eingebaut. In den Schacht wurden je 150 m über einander Pelton-Wasserräder eingebaut, deren Kraft durch 19 mm-Drahtseile durch den Schacht hindurch über Tag geleitet wurde, um eine 30 m lange Transmissionswelle (von 120 Min.-Umdr.) anzutreiben. Von dieser Welle aus wurde die gesamte Kraft durch 2 Drahtseile über einen Seilturm zur Aufbereitung, durch ein drittes Seil nach einer kleineren Anlage übertragen. Das erste Rad wurde in 116 m Tiefe eingebaut und von einem Behälter über Tag aus beaufschlagt; die folgenden 3 Räder wurden je 150 m tiefer eingebaut und erhielten als Aufschlagwasser das Abwasser des darüber laufenden Rades.

Der Seiltrieb ergab wegen zu grofser Drahtstärke und zu geringen Seilscheibendurchmessers (1,8 m) grofse Umbiegungswiderstände, und die Seile mussten in kurzer Zeit ausgewechselt werden. Erst nach Verwendung von dünndrahtigen Seilen und Scheiben von 2,4 m Dmr. arbeitete die Anlage befriedigend. Im ganzen wurden bei 595 m Gesamtgefälle 700 PS, durch die beiden Hauptseile je 300 PS übertragen.

In diesem Schacht wurden später kleinere Pelton-Räder von 10 bis 15 PS für 600 m Gefälle bei unmittelbarer Beaufschlagung für den Betrieb von Ventilatoren eingebaut.

Auf einer anderen Grube (Chollar-Schacht) wurden Pelton-Räder für kleine Fördermaschinen angewendet, und obwohl die Maschine für eintrümige Förderung mit einer Bremse für den Niedergang versehen war, so fanden es die Maschinisten doch bequemer, das Wasserrad als Bremse zu benutzen und für den Niedergang einfach schwächer zu beaufschlagen, und in dieser Weise wurde sogar Menschenförderung durchgeführt.

Brüche an den Pelton-Rädern bezw. deren Schaufeln erfolgen fast immer beim Anlassen, wenn der Wasserstrahl die ruhenden Schaufeln trifft. Die Abnutzung der Schaufeln ist bei allen Rädern für hohes Gefälle sehr bedeutend, und es sind deshalb durchgängig die besser haltbaren Bronzeschaufeln in Verwendung. Aber auch bei diesen ist der Verschleifs bedeutend; die Auswechselung der aufgeschraubten Schaufeln kann jedoch sehr einfach erfolgen.

Ophir-Schacht.

Fig. 310 zeigt die Anordnung der obertägigen Wasserhaltungsmaschine, welche in gleicher Bauart auch auf anderen Schächten betrieben wurde. Das Holzgestänge hängt an einem armirten Holzwinkel und wird durch Rädervorgelege angetrieben. Ursprünglich war eine kleine Antriebsmaschine vorhanden, welche mit einfacher Räderübersetzung die Pumpenwelle durch den Stirnzapfen im Zahnrad bewegte. Bei zunehmender Schachttiefe war der Antrieb nicht mehr ausreichend, es wurde eine kräftigere Dampfmaschine aufgestellt, die ursprüngliche Radübersetzung beibehalten und ein zweites Zahnrad hinzugefügt, sodass nunmehr der Pumpenzapfen zwischen beiden Zahnrädern zu befestigen war. Diese Anordnung, ursprünglich in der Zwangslage entstanden, wurde später auch bei neuen Maschinen beibehalten. Die Maschinenabmessungen sind: Dampfcylinder 718 mm Dmr., 1525 mm Hub, Uebersetzung 21 : 96, Pumpenhub 2440 mm, Pumpengestänge im senkrechten Schacht 356 mm im Geviert, aus Fichtenholz, 447 m lang, im tonnlägigen Schacht 305 mm im Geviert, 551 m lang. Geschwindigkeit des Gestänges 4 bis 5 Hübe in der Minute.

Die Anordnung des Pumpengestänges im senkrechten Schachtteil und im daran anschliefsenden tonnlägigen Schacht ist im Schema Fig. 311 dargestellt.

Auf dieser Grube ist eine (beim Combination-Schacht erwähnte) hydraulische obertägige Fördermaschine aufgestellt. Aufserdem sind unterirdische Pelton-Räder zum Betriebe von Dynamos eingebaut, und der Strom wird über Tag für den Betrieb der Aufbereitungsanlage verwandt. Das Aufschlagwasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen.

Mexican Union-Schacht.

Der Schacht ist, wie alle gröfseren Schächte, viereckig hergestellt, mit 4 Abteilungen, von welchen eine für das Pumpengestänge, 2 für die Förderung und eine für die Fahrung bestimmt waren.

Von Interesse ist nur die Wasserhaltungsanlage mit obertägiger Gestängemaschine, Fig. 312. Die Dampfmaschine ist mit schräg liegenden Dampfcylindern nach Leavitt's Anordnung versehen, besitzt Ventilsteuerung mit Auslösung und während des Ganges einstellbare Einrichtung für veränderliche Kompression in beiden Cylindern. Unterhalb der Dampfcylinder liegt die Schwinge, an deren einem Ende das Holzgestänge, an deren zweitem die Schubstange für den Kurbeltrieb angreift. Die Schwinge besteht aus einem Blechträger, der durch eisernes Sprengwerk versteift ist. An letzteres greifen die beiden Triebstangen an.

Die Maschine wurde von dem derzeitigen Betriebsleiter, Hrn. W. H. Patton, entworfen und von den Union-Eisenwerken in San Francisco ausgeführt.

Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 1625 mm Dmr., 2058 mm Hub, Niederdruckcylinder 2540 mm Dmr., 2515 mm Hub, Gestänge- und Pumpenhub 2440 mm; Kolbenstange 254 mm, Luftpumpe 1372 mm Dmr., 1524 mm Hub; höchste Umdrehungszahl 6, niedrigste 3¼ i. d. Min. Schwungrad: Gewicht 95 t, 10930 mm Dmr., mit Schwungring von 62 t. Gewicht der Schwinge 108 t. Gestängelänge 824 m. Unterhalb dieser Tiefe bis 1000 m sind unterirdische Cameron-Pumpen mit Luftbetrieb aufgestellt.

Die Kosten der Maschine mit Pumpen, aber ohne Gestänge, betragen 200000 $.

Des Vergleiches halber ist in Fig. 313 die Anordnung einer Wasserhaltungsmaschine dargestellt, welche von W. R. Eckart für die Silberbergwerke der Ontario-Gruben in Park City, Utah, entworfen und von der E. P. Morris Co. in Philadelphia gebaut wurde. Die Maschine ist bei ähnlicher Anordnung wie die Maschine des Mexican Union-Schachtes knapp zusammengebaut. Die Schwinge ist aus Gusseisen mit schmiedeisernen Schienen armirt hergestellt und im mittleren Teile so gebaut, dass die Verbindung nicht vollständig starr ist. Die mittlere Stütze ist konzentrisch auf die Nabe aufgesetzt, und die Befestigungsschrauben haben Spielraum. Hiermit ist beabsichtigt, allfällige Stofswirkungen aufzufangen und durch diese Nachgiebigkeit vermeintlich eine Sicherheit zu erzielen.

Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 978 mm, Niederdruckcylinder 1778 mm Dmr., 3050 mm Hub des Gestänges mit Doppelpumpen von 508 mm Plungerdmr. Dampfspannung: 7 kg/qcm. Pumpengestänge: 406 mm im Geviert. Gestängelänge 425 m. Förderhöhe 240 m, für jeden Pumpensatz 60 m. Anzahl der Hübe 7 i. d. Min.

Combination-Schacht.

Die Wasserhaltung erfolgt durch eine obertägige Maschine mit Schachtgestänge. Die Anordnung des Gestänges und der Schachtpumpen ist aus dem Schema Fig. 314 ersichtlich. Dieses zeigt den Einbau der Entlastungsschwingen zwischen Tagkranz und Tunnelsohle, die Verteilung der Druckpumpen und Ausgusskasten und der zwischen den Pumpensätzen eingebauten Entlastungen, sowie die Lage der weiter unten beschriebenen hydraulischen unterirdischen Pumpen.

Die Pumpensätze beginnen unter der Tunnelsohle und sind als Doppelplungerpumpen zu beiden Seiten des Holzgestänges angebracht. Die einzelnen Pumpensätze heben den höher gelegenen zu, unter Einschaltung hölzerner in Querschlägen eingebauter Behälter. Die Höhenlagen aller Teile, sowie die Zeit ihres Einbaues bezw. Inbetriebsetzung sind in der Fig. 314 eingetragen.

Die obertägige Dampfmaschine arbeitet mit stehenden Dampfcylindern, unten liegender Schwinge, ohne Schwungrad

Fig. 320 bis 322. Wasserhaltung des Yellow Jacket-Schachtes. Mafsstab 1 : 140.

Fig. 320. Seitenansicht.

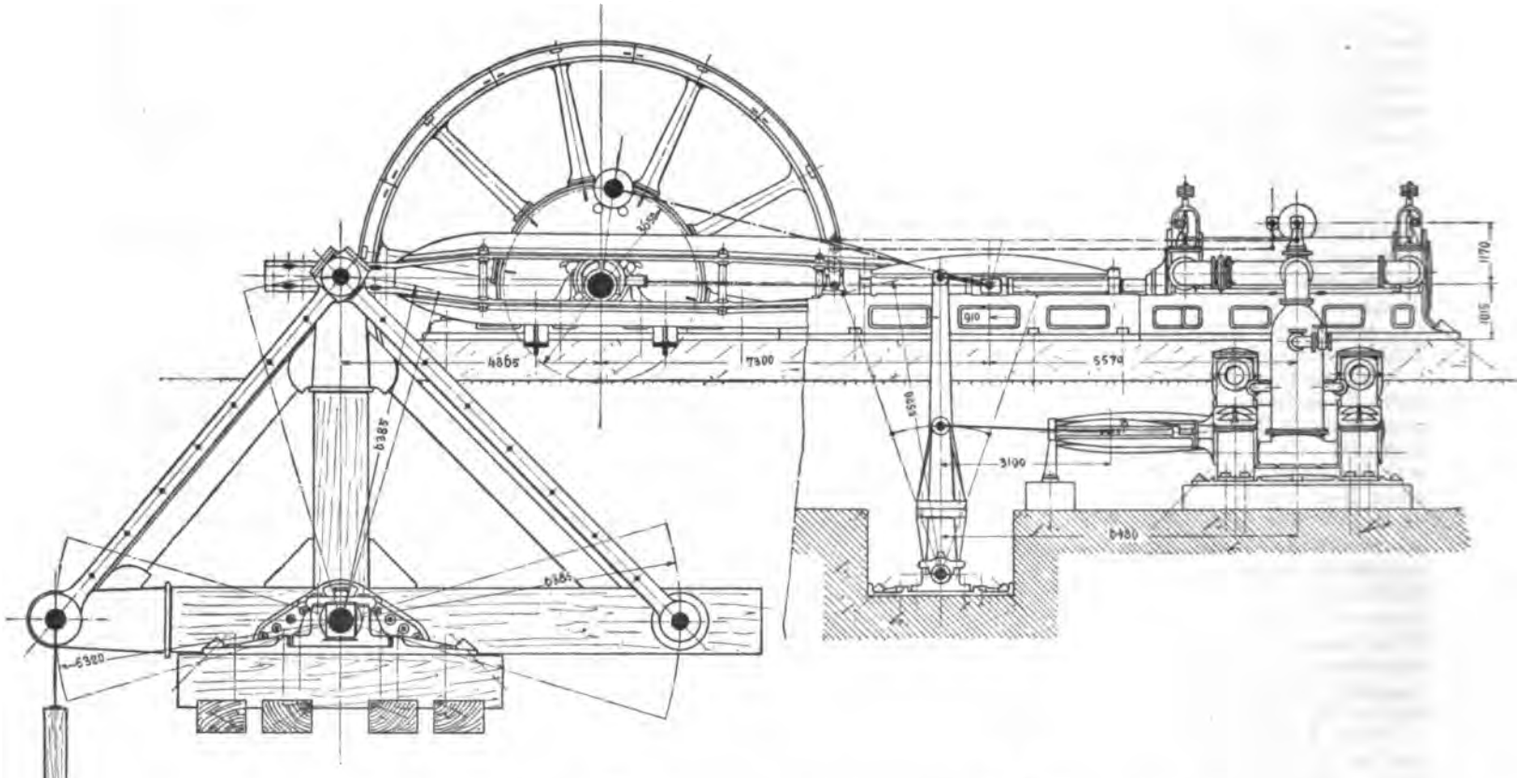


Fig. 321. Grundriss.

und mit Differentialsteuerung. Eine Maschine ähnlicher Anordnung (Belcher-Grube) ist in Fig. 315 dargestellt.

Diese Maschine der Belcher-Grube ist von Patton entworfen und von den Risdon-Eisenwerken in San Francisco ausgeführt. Für die Kondensation dient ein unabhängiger Kondensator mit Luftpumpe, gleichfalls mit Differentialsteuerung versehen.

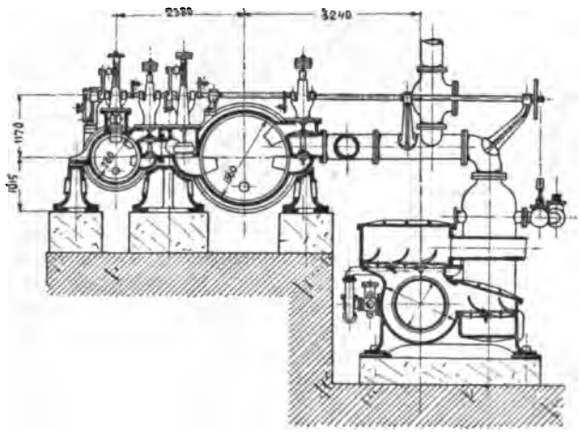
Die Abmessungen der Maschine sind: Hochdruckcylinder 765 mm Dmr., 3220 mm Hub, Niederdruckcylinder 1587 mm Dmr., 2440 mm Hub. Schachttiefe 915 m, davon 284 m senkrecht, dann tonnlägig, und zwar 375 m unter 30½° und 315 m unter 35° bis zur 660 m-Sohle, dann weiter 434 m unter 36° bis zur 915 m-Sohle. Die Schachtpumpen reichen nur bis zur 842 m-Sohle.

Nach Ueberschreitung von 700 m Schachttiefe wurde auf dem Combination-Schachte der Wasserzufluss so grofs, dass die Gestängemaschine zur Wältigung nicht mehr ausreichte. Zur Verstärkung der Wasserhaltung wurden hydraulische unterirdische Wasserhaltungen, durch Druckwasser betrieben, eingebaut; zuerst eine Maschine auf 244 m unter Ausgusssohle, später noch 2 gröfsere Wasserhaltungsmaschinen in 314 und 432 m Tiefe unter Sutro-Tunnelsohle.

Diese hydraulischen Untergrundpumpen nebst obertägiger Kraftpumpe wurden von mehreren, angeblich 6, Ingenieuren unter Mitwirkung von Davey und Moore in Leeds entworfen und von den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut.

Die Obertag-Kraftpumpe ist in Fig. 316 in Seitenansicht und Grundriss dargestellt. Eine liegende Verbunddampfmaschine mit hinter einander liegenden Cylindern mit

Fig. 322. Querschnitt.



Differentialsteuerung treibt durch ein grofses Querhaupt 4 Druckpumpen an, von denen 2 auf der Dampfcylinderseite, 2 auf der entgegengesetzten Seite liegen. Aus dem Grundriss ist ersichtlich, wie die Hochdruckkolbenstange in der Mitte, die beiden Niederdruckkolbenstangen aufsen das Querhaupt erfassen, das an den beiden äufsersten Enden die erwähnten 4 Pumpenplunger treibt.

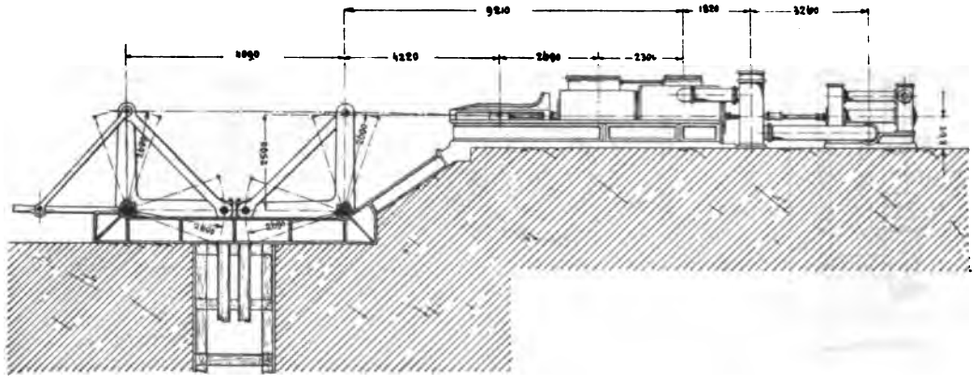
Die Ventilkasten der Pumpen liegen aufsen und sind durch eine zweckwidrig verwickelte Saug- und Druckrohrleitung verbunden, die allein schon ruhigen Gang der Maschine ausschliefst und aufserdem durch eine noch umständlichere Druckrohrleitung mit dem entfernt liegenden Windkessel-Akkumulator verbunden ist. Ursprünglich war ein Ausgleicher mit Federbelastung ausgeführt, der nicht entsprach und durch einen als grofses geschlossenes Standrohr ausgeführten Windkessel ersetzt wurde.

Ueber diese hydraulischen Maschinen ist in der englischen Litteratur Vieles und viel Rühmendes enthalten. In Wirklichkeit kann der dort vor der Betriebsdurchführung gemachte Anspruch nicht bestätigt werden. Das Kraftpumpwerk hat seinem Zwecke nie entsprochen. Es war erst nach vielen Versuchen und Abänderungen überhaupt in Betrieb zu bekommen und wurde nach 6 Monaten ganz aufser Betrieb gesetzt und durch unmittelbare Beaufschlagung der Untergrundpumpen durch Wasser aus der städtischen Wasserleitung ersetzt. Die Kraftpumpe sollte 12 Min.-Umdr. machen, brachte es aber auf höchstens 8, und auch hierbei fanden beständig Brüche statt, insbesondere an den Rohrkrümmern, die nach erfolgtem Bruche auch in sehr abenteuerlicher Weise versteift oder mit schweren Rohrschellen versehen wurden. Die Kosten dieses Kraftpumpwerkes samt der ersten unterirdischen hydraulischen Wasserhaltung betrugen 264000 $.

Die unterirdischen Wasserhaltungen sind von der bekannten Davey-Konstruktion und der Vollständigkeit halber in Fig. 317 dargestellt; sie sind gleichfalls mit Differentialsteuerung für den Antrieb der Wassersäulenmaschinen versehen. Der Kraftkolben treibt einen gegenüber liegenden Pumpenkolben unmittelbar an. Die Steuerung der Wassersäulenmaschinen besitzt eine Vorsteuerung durch sogenannte Piano-Ventile, und erst diese steuern die Aufschlagschieber.

Diese hydraulische Wasserhebungsanlage ist eine der kostspieligsten, die je gebaut wurde; auf die wirklich erreichte, nicht die versprochene Arbeitsleistung bezogen, kostet sie reichlich 5 mal soviel wie eine unterirdische Dampfanlage und zeigt recht nachdrücklich, wie schlecht hydraulische Kraftübertragung für solche Zwecke bei grofsen Anlagen taugt. Das Kraftwasser allein kostete bei dem ursprünglichen Maschinenbetriebe rd. 6000 $ monatlich und

Fig. 323. Wasserhaltung der Alta-Grube. Mafsstab 1 : 200.



nach Beaufschlagung durch das Wasserleitungswasser etwa 1000 $ monatlich.

Ordnungsmäfsiger Betrieb der hydraulischen Untergrundpumpen wurde erst erzielt, als die Kraftpumpe aufser Betrieb gesetzt und die unterirdischen Pumpen durch Wasser aus der städtischen Leitung beaufschlagt wurden. Das Abwasser wurde mit dem Grubenwasser in den Sutro-Tunnel gedrückt.

Erwähnenswert ist, dass, nachdem hydraulische Kraftübertragung einmal beliebt wurde, in Virginia auch Fördermaschinen obertägig mit hydraulischem Antriebe ausgeführt wurden, u. a. auf Ophir-Grube, aber vorsichtshalber mit einer daneben liegenden normalen Dampfmaschine mit Vorgelege, welche mit der Fördertrommel im Bedarfsfalle verbunden werden kann. Diese hydraulischen Fördermaschinen, gleichfalls von den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut, sind in Fig. 318 dargestellt. Die schwingenden Treibcylinder sind einfach wirkend (!) und werden von der städtischen Wasserleitung beaufschlagt (135 m Gefälle). Die Steuerung ist sehr einfach, aber eine sinnlos verwickelte Rohrleitung mit scharfen Uebergängen und grofsen Wassersäulen verhindert jede richtige Wasserbewegung, und die Bauart der Motoren jede sichere Umdrehung der Fördertrommeln. Die Maschinen konnten nie einen Betrieb übernehmen, und die Förderung wurde nur mit der Dampfmaschine durchgeführt.

Bemerkenswert sind von den Risdon-Eisenwerken ge-

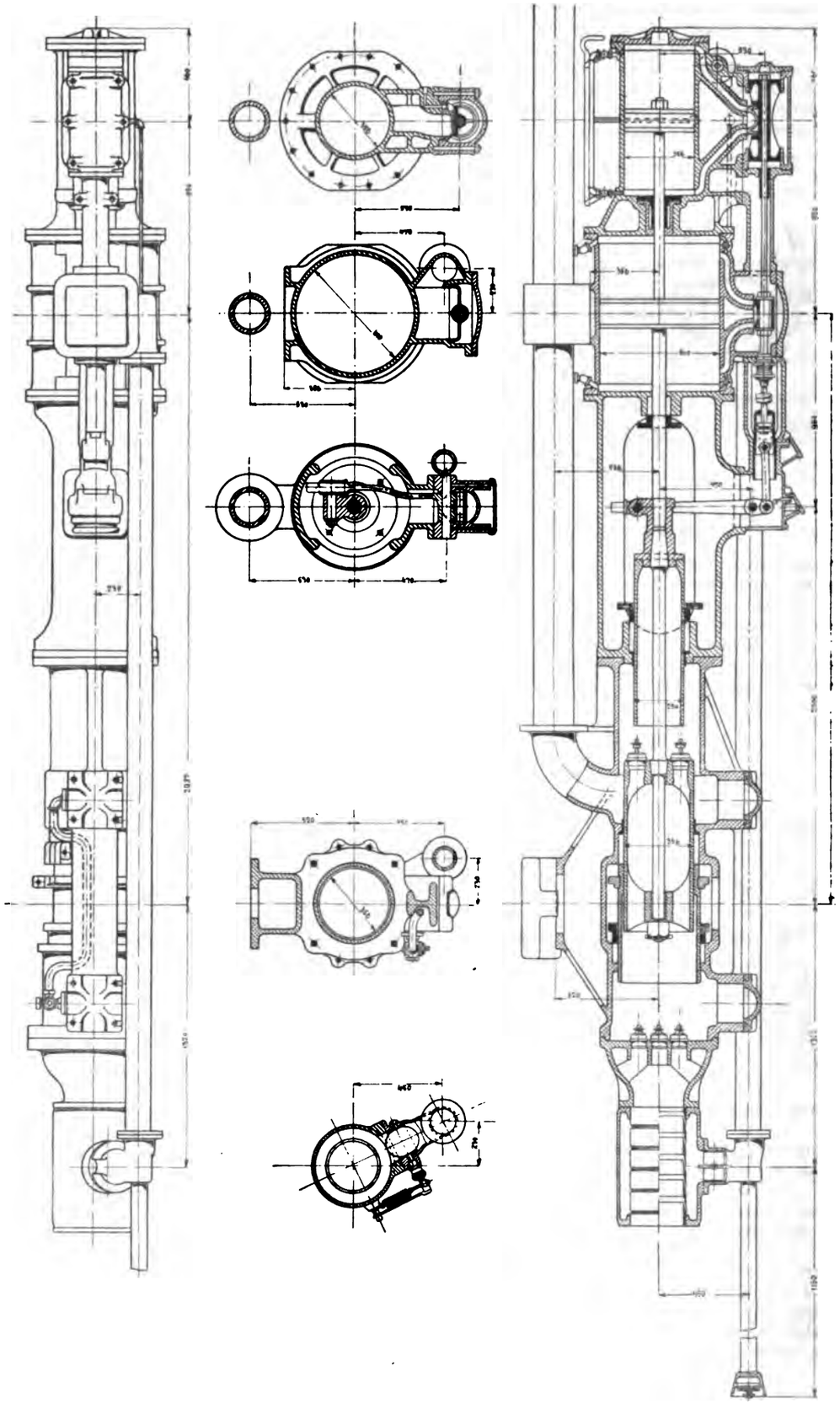
baute Luftkompressionsmaschinen, welche zum Füllen der Windkessel für die hydraulischen Kraftpumpen dienten. Sie besitzen stehende Dampfcylinder und Luftkompressoren mit oben liegendem Balanzier; der Kompressorcylinder ist als beweglicher Differentialkolben für zweistufige Kompression ausgeführt. Die Anordnung ist interessant, sie ist vor 20 Jahren zuerst gebaut worden.

Fig. 324 bis 326. Senkpumpe. Maßstab 1 : 30.

Fig. 324. Seitenansicht.

Fig. 325. Querschnitte.

Fig. 326. Längsschnitt.



Yellow-Jacket-Schacht.

Diese Schachtanlage ist mit einer liegenden Verbund-Wasserhaltungsmaschine für den Betrieb der Gestängepumpen versehen. Die Anordnung des Gestänges und die Verteilung der Pumpensätze, Ausgusstellen und Gestängeausgleichungen sind in der Fig. 319 dargestellt.

Die obertägige Antriebsmaschine, von W. H. Patton entworfen und von Prescott, Scott & Co. in San Francisco 1878 gebaut, ist in Fig. 320 bis 322 dargestellt: Hoch- und Niederdruckcylinder liegen neben einander. Beide sind mit Ventilsteuerung versehen. Ihre Kolbenstangen arbeiten auf ein gemeinsames Querhaupt, in dessen Mitte die aus Walzeisen gebaute Schubstange angreift, die so geformt ist, dass die Kurbelwelle in der Maschinenachse durch sie hindurchgeht. Der armirte hölzerne Kunstwinkel treibt das Pumpengestänge. Der Kurbeltrieb ist durch Doppelschubstange vom Querhaupt abgeleitet, die Kurbelwelle trägt zwei Schwungräder, jedes von 42 t Gewicht.

Die Maschine ist auf einem ungeheuren Granitfundament aufgebaut, dessen Kosten allein mehr betragen als eine doppelt so leistungsfähige unterirdische Maschine einschliefslich Maschinenraum.

Die Abmessungen der Maschine sind: Hochdruckcylinder 787 mm, Niederdruckcylinder 1575 mm Dmr., gemeinsamer Hub 3660 mm, Pumpenhub 3050 mm. Die sonstigen Einzelheiten sind aus der Zeichnung ersichtlich; ebenso die Anordnung des Kondensators, dessen Luftpumpe durch einen übermässig schweren gusseisernen Hebel angetrieben wird. Wahrscheinlich war in Erfahrung gebracht, dass ein derartiger Hebel irgend einmal gebrochen, und nun wurde er dermafsen verstärkt, dass ihm solches verleidet wurde.

Die übrigen zahlreichen Maschinenanlagen des Virginia-Bergbaues muss ich übergehen und erwähne nur noch die Wasserhaltung auf der Alta-Grube, eine Davey-Maschine liegender Bauart, in Fig. 323 dargestellt, mit hinter einander liegenden Cylindern und Uebertragung durch Doppelwinkel auf 2 Pumpengestänge. Als Hauptvorteil der Davey-Steuerung wird die Eigenschaft gerühmt, dass im Falle eines Bruches der Steuerungsapparat den Dampfzufluss absperrt und die Maschine stillsetzt. Diese Wirkung ist bei dieser Maschine nicht eingetreten. Bei einem Gestängebruch hat der Dampfkolben die Deckel, die vordere Führung und die Schubstange zertrümmert, und erst nachträglich wurde zur Differentialsteuerung ein »home made« Sicherheitsapparat hinzugefügt, welcher den Hub der Maschine begrenzte und aufserdem den Dampf absperrte. Aufserdem wurden elastische Hölzer mit Gummiarmirung eingebaut, um das Durchschlagen zu verhindern.

Ueber die ungeheuren Kosten der Wasserhaltung im Virginia-Bergbau geben nachfolgende Zahlen, die kurz vor dem grofsen Wassereinbruch erhoben sind, Aufschluss:

Die Wassermenge, welche 1881 durch den Sutro-Tunnel floss bezw. auf die Stollenhöhe, jedoch aus verschiedener Tiefe gehoben werden musste, betrug im Jahresdurchschnitt 21 000 cbm in 24 Stunden; 1882: 24000, 1883: 33000, im Jahre 1884 durchschnittlich 36500.

Einzelleistungen waren: im Combination-Schacht in 24 Stunden: 32500 cbm heifses Wasser gehoben und für die hydraulischen Untergrundpumpen 6400 cbm verbraucht, daher reine Wasserhebung 26100 cbm in 24 Stunden.

Auf Combination-Schacht betrugen die Kosten der Wasserhebung 22034 $ monatlich. Die Kosten für das Aufschlagwasser der drei hydraulischen Untergrundpumpen betrugen im Durchschnitt 10000 $ monatlich.

Auf Yellow Jacket-Schacht betrugen die Betriebskosten bei einer Wasserförderung von 123000 cbm im Monat März 1882 für:

Holzfeuerung	4250 $
Löhne	3000 «
Beleuchtung und Material usw. . .	800 «
Wasserverbrauch	1000 «
Reparaturen	700 «
verschiedene Ausgaben	500 «
zusammen	10250 $.

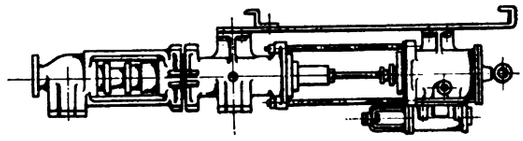
Dabei kommen die aufserordentlichen Kosten des Brennstoffs in betracht. Bei der grofsen Entfernung der Kohlengruben wurde damals fast nur Holz verbrannt. Die Brennstoffkosten sind etwa 16 bis 20 $ für 1 t Kohle!

Die gemachten Angaben über Wasserhaltungsmaschinen kennzeichnen nicht nur die Maschineneinrichtungen in den westlichen Bergbaugegenden, sondern, abgesehen von den bekannten Cornwall-Maschinen, amerikanische Wasserhaltungsmaschinen überhaupt, wobei noch hinzugefügt werden muss, dass grofse Maschinen überhaupt nicht sehr häufig zu finden sind, da die amerikanischen Gruben mit Ausnahme einiger Erzbergbauten selten mit Wasserzuflüssen zu kämpfen haben. Schon früher wurde als wesentlich und bezeichnend hervorgehoben, dass in den meisten Bergbaugegenden eine ungeheure Zahl kleiner Betriebe und nur wenige grofse, mit grofsen Mitteln arbeitende, vorhanden sind. Dem entspricht auch die Anwendung der Maschinen.

Die meisten Betriebe werden mit den einfachsten, d. h. vor allem mit den billigsten Maschinen durchgeführt. Vielleicht mehr als $^9/_{10}$ aller Wasserhaltungsmaschinen im Westen sind gewöhnliche eincylindrige Stofspumpen, überwiegend nach der Bauart von Knowles oder Blake, vereinzelt auch von Worthington, und daneben für gröfere Anlagen Cornwall-Maschinen oder gewöhnliche liegende Maschinen mit Räderübersetzung und Kunstwinkel für den Pumpenantrieb. Ueber letztere Maschinengattungen ist nichts Neues zu berichten, erstaunlich ist nur, dass man in Bergbaugegenden, wo der Brennstoff 16 bis 20 $ für die Tonne kostet, sich mit so primitiven, im Betrieb kostspieligen Maschinen behilft. Dies zeigt wenig Vertrauen in die Zukunft des Unternehmens.

In Fig. 324 ist die Bauart von Senkpumpen, wie solche für Schachtabteufungen und Sümpfungen in den westlichen Bergrevieren häufig verwendet werden, abgebildet. Die Dampfverteilung erfolgt zweistufig, die Steuerung durch eine gewöhnliche Stofssteuerung. Bei sehr mangelhaftem Gange werden solche Pumpen mit Geschwindigkeiten bis zu etwa 40 Min.-Umdr. betrieben und entsprechen dem Zwecke. Sehr beachtenswert ist die Bauart der Pumpen als einfach

Fig. 327. Senkpumpe.



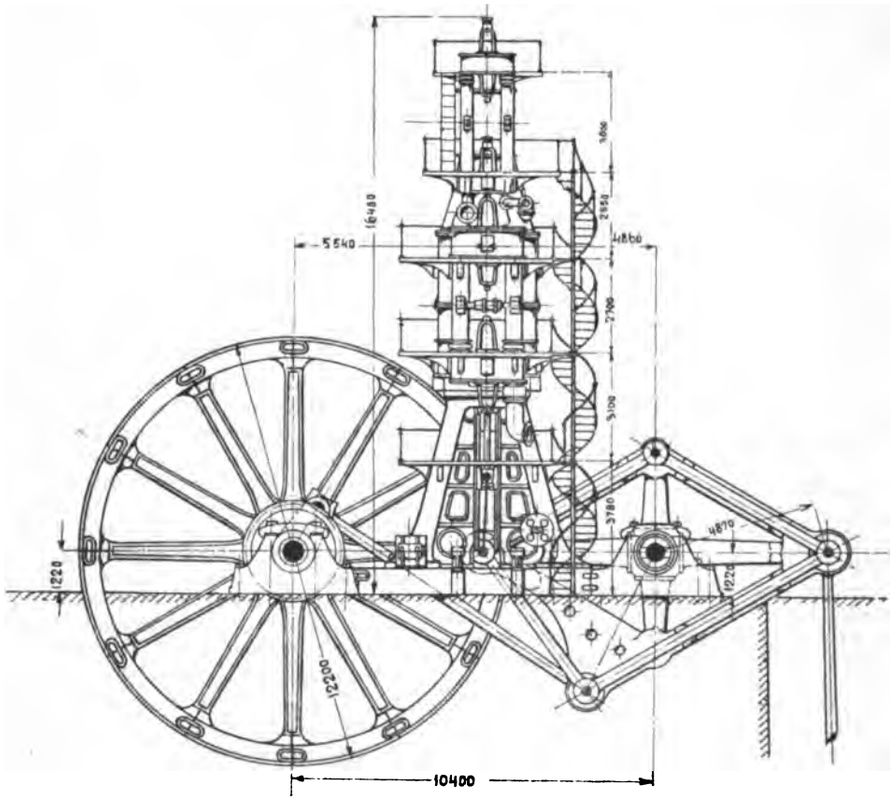
saugende und doppelt drückende Differentialpumpen. Die Kondensation des Auspuffdampfes erfolgt im Saugrohr. Die Fig. 324 bis 326 zeigen alle wesentlichen Einzelheiten.

Fig. 327 zeigt die allgemeine Anordnung einer einfachen eincylindrigen Abteufpumpe. Die Aufhängung im Schacht erfolgt mit einfachen Hängeisen und sehr primitiver Holzverspreizung.

Als Beispiel einer grofsen modernen Wasserhaltungsmaschine ist in Fig. 328 die von der E. P. Allis Co. in Milwaukee für die Chapin-Eisengrube in Iron Mountains, Mich., gelieferte grofse Wasserhaltungsmaschine dargestellt. Die Maschine ist neuesten Datums; sie wurde erst in diesem Jahre in Gang gesetzt, während die früher erwähnten Wasserhaltungen in Nevada sämtlich aus den sechziger und siebziger Jahren stammen. Die in Fig. 328 dargestellte Wasserhaltungsmaschine zeigt daher die Einzelheiten des modernen Maschinenbaues. Hoch- und Niederdruckcylinder sind über einander auf einem aufrechten Ständer aufgebaut und treiben das eine Ende der grofsen Schwinge; am zweiten Ende hängt das Pumpengestänge, und der nach unten verlängerte Arm treibt schräg nach aufwärts durch die Schubstange die Kurbel an. Das Kurbellager ist starr mit dem Maschinenrahmen verbunden.

Fig. 328.

Wasserhaltung der Chapin-Grube. Mafsstab 1 : 200.



Auf der Kurbelwelle sitzt ein grofses Schwungrad von 12,2 m Dmr. und 130 t Gewicht. Die Einzelheiten des Schwungrades sind in einem noch nachfolgenden Berichte über Schwungräder enthalten.

Die Maschinenabmessungen sind: 1270 mm Hochdruckcylinder-, 2540 mm Niederdruckcylinderdmr., 3050 mm Hub, 7 Drucksätze in je 60 m Höhe über einander. Die Einzelheiten der Schwinge sind in der Fig. 329 dargestellt.

Der Aufbau der Maschine ist kaum nachahmenswert. Die Bauhöhe ist eine ungeheure (16,4 m), die Länge der Schwinge 10,96 m, der Schubstange 9,15 m, und das ungeheure Schwungrad erlaubt doch nur eine gröfste Umdrehungszahl von $3^1/_2$, während diese 12 i. d. Min. betragen soll. Die Maschine ist gegenwärtig im Gang, und es wiederholt sich hierbei auch in Amerika der alte Spafs, dass der ruhige, sichere Gang der Maschine ganz aufserordentlich gerühmt wird, weil eben jetzt nur 2 Pumpensätze und nur 150 m Gestänge an der Maschine hängen. Wie die Maschine bei voller Belastung und 450 m Gestängelänge und bei 12 Min.-Umdr. läuft, wird vorläufig nicht beachtet. Ich will noch bemerken, dass in der Bauart des Gestänges nichts vorgesehen ist, was hohe Geschwindigkeit, selbst über 8 Min.-Umdr., bei voller Gestängelänge sichert. Was wir für solchen Fall unerlässlich halten würden: reine Zugbeanspruchung im Gestänge, Berücksichtigung der Massenbewegung, vollständige Ausgleichung usw. ist nicht vorgesehen. Immerhin mögen diese Wasserhaltung und mehrere in den Zink- und Kohlengruben in Pennsylvanien aufgestellte, durch die Litteratur bereits bekannt gewordene Maschinen als die besten Typen amerikanischer Wasserhaltungen gelten.

Hinsichtlich unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen habe ich bereits das Ueberwiegen der gewöhnlichen Stofspumpen billigster Bauart erwähnt. Sogar Duplexpumpen sind verhältnismäfsig selten. Die Folgen dieser unzulänglichen Betriebsmittel sind überall zu sehen: Versagen der Pumpen, furchtbare Hitze in den Maschinenräumen, aufserordentlicher Brennstoffaufwand, hohe Reparaturkosten usw. Die Unsicherheit insbesondere der Erzbergbauverhältnisse im Westen hat bisher nur in einzelnen Fällen die Beschaffung besserer Maschinen zugelassen.

Als ein Beispiel einer modernen unterirdischen Wasserhaltung erwähne ich die in Fig. 330 bis 335 dargestellte unterirdische Wasserhaltungsmaschine der Boston and Montana Gold and Silver Min. Co. in Butte City, Montana.

Fig. 330 bis 332 zeigen eine allgemeine Anordnung der Maschine, Fig. 333 die Seitenansicht, Fig. 334 den Grundriss, Fig. 335 den Querschnitt der Maschine und der Pumpen.

Die Pumpen saugen unmittelbar aus dem Sumpf. Das zu hebende Wasser wirkt derartig zerstörend auf Eisen, dass alle wasserberührten Teile einschliefslich Steigröhren aus Rotguss hergestellt werden mussten. Die Einzelheiten der Pumpen sind dementsprechend ausgebildet; die Pumpen sind ohne Saugwindkessel ausgeführt, Ventile und Wassersäulen aber entsprechend bemessen, obschon die Maschine mit 100 Min.-Umdr. laufend betrieben werden muss. Die Pumpen sind einfach saugend und doppelt drückend. Die Ventile werden von der Schwingscheibe der Corliss-Dampfmaschine gesteuert. Die Anordnung der einzelnen Teile ist aus den Figuren genügend ersichtlich. Die Maschine ist von der Maschinenfabrik Fraser & Chalmers in Chicago gebaut.

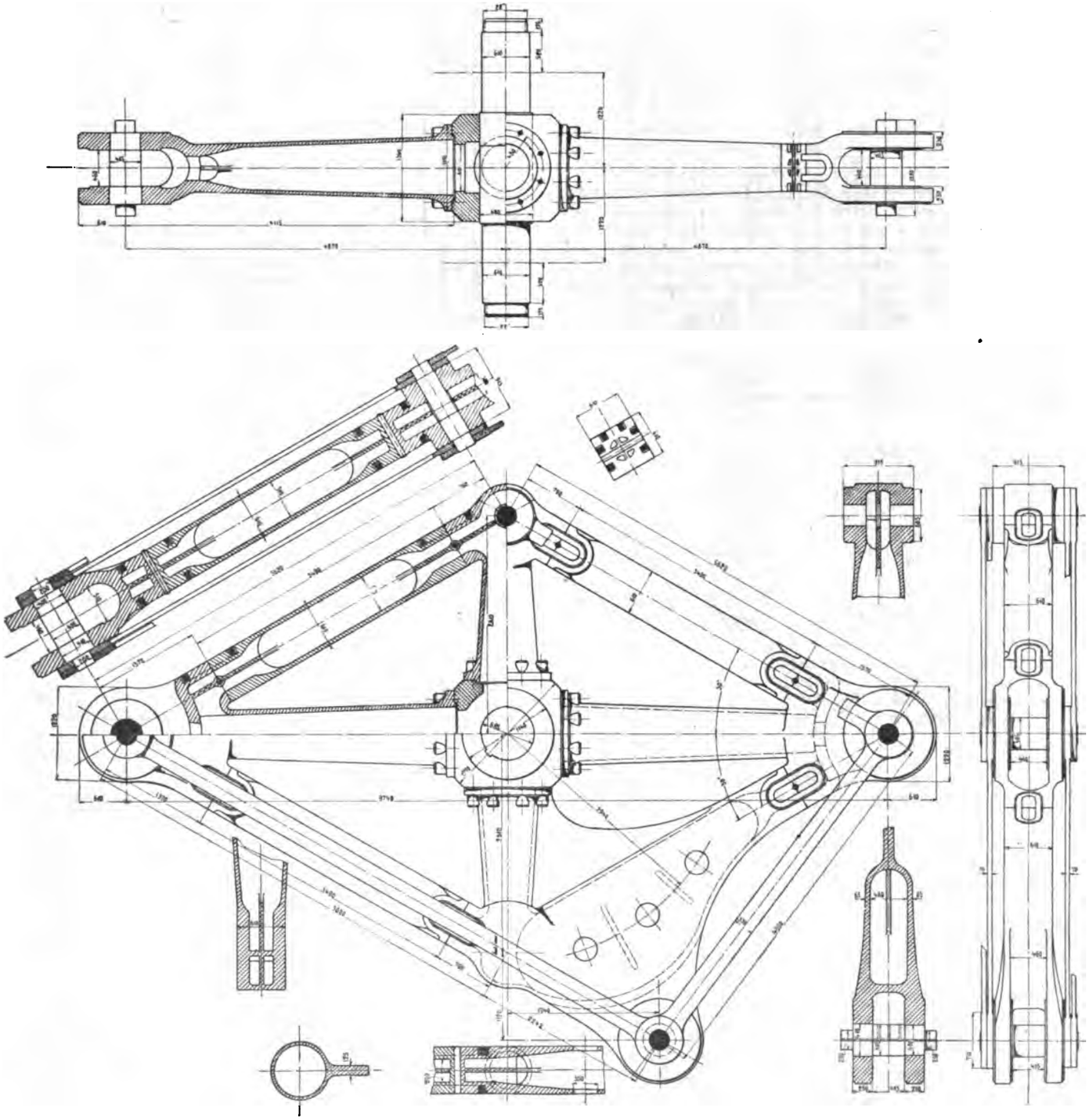
Endlich erwähne ich noch elektromotorisch betriebene Wasserhaltungsmaschinen, welche in neuester Zeit für kleine Leistungen von höchstens 80 PS in mehreren Erzbergbauten versucht wurden. Bei allen diesen bietet der Elektromotor nichts Neues, es sind gewöhnliche, meist übermäfsig rasch laufende Motoren, welche 2- bis 3fache Uebersetzung, wenn nicht gar Schneckenradübersetzung, erfordern. Die zugehörigen Pumpen zeichnen sich durch sehr mangelhafte Bauart und Wirkung aus. Gewöhnlich wird von der elektrotechnischen Firma im Wege der Verdingung die billigste Pumpenkonstruktion dem Motor hinzugefügt, und die Wirkung ist darnach.

Mehrere mir bekannte Wasserhaltungsmaschinen haben ihrem Zwecke nicht entsprochen; einige sind überhaupt nie betriebsfähig geworden, nicht weil die elektrische Ueber-

tragung irgendwelche erheblichen Schwierigkeiten (abgesehen von der übermäfsigen Geschwindigkeit) verursacht hätte, sondern nur weil die zugehörigen Pumpen von äufserst schlechter Beschaffenheit waren und auch als Dampfpumpen niemals Besseres geleistet hätten. Vor allem sind die Pumpen für die Eigenart der Elektromotoren und die daraus sich ergebenden Rücksichten hinsichtlich Regulirung und Anlassen der Pumpen in keiner Weise eingerichtet.

Fig. 329.

Schwinge bei der Wasserhaltung der Chapin-Grube. Mafsstab 1 : 70.



In Fig. 336 S. 154 ist eine typische, elektrisch betriebene Pumpe, von der Geo. F. Blake Co. in Boston gebaut, dargestellt, die zu den besseren ihrer Art gehört, jedoch bei höchst verwickelter Bauart, 6 Kolben mit Umführungstangen, zweifacher Räderübersetzung usw., nicht als ein Muster gelten kann. In Fig. 337 ist der Ventilkasten, in Fig. 338 ein Ventil dargestellt. Vor dem Steigrohre sind belastete Sicherheitsventile, welche den Windkessel ersetzen sollen, eingebaut.

Aufserdem ist in Fig. 339 in Seitenansicht und Grundriss die Anordnung der unterirdischen Wasserhaltungsmaschine der Calumet und Hecla-Grube dargestellt. Der Elektromotor überträgt die Kraft mit doppelter Räderübersetzung auf eine dreifach gekröpfte Kurbelwelle und durch Doppelschubstange auf die Plunger der drei doppelt wirkenden Pumpen. Das erste Antriebsrad sowie die Lagerung des Elektromotors sind isolirt. Diese Pumpen, bis zu 80 PS ausgeführt, haben im Betriebe nicht entsprochen und konnten wegen Brüche in Pumpen und Steigleitung mit der erwarteten Höchstgeschwindigkeit von 80 bis 100 Min.-Umdr. überhaupt nicht und betriebssicher nur mit 30 bis 35 Umdr. laufen.

Fig. 330 bis 332.

Wasserhaltung der Boston Montana Co., Butte City.

Mafsstab 1 : 100.

Fig. 330.
Grundrifs.

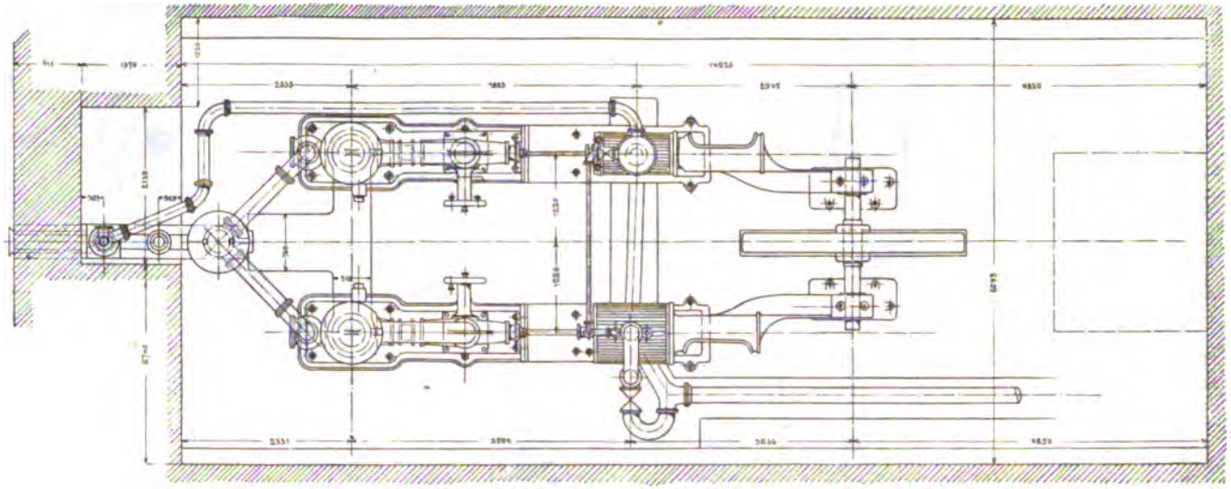
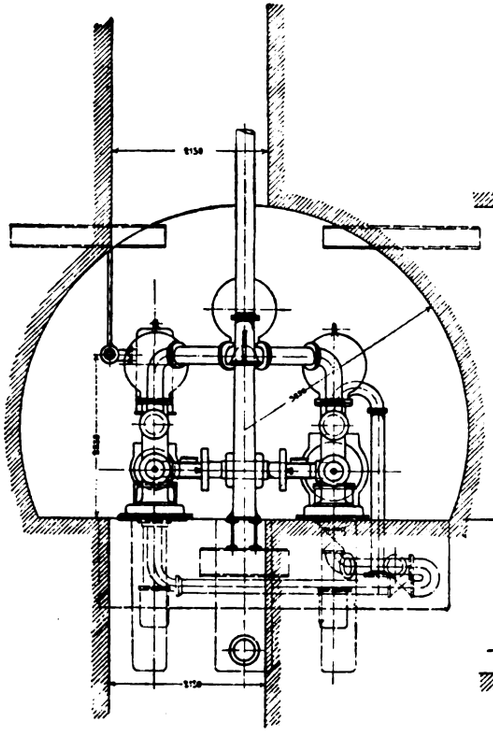


Fig. 332.
Querschnitt.



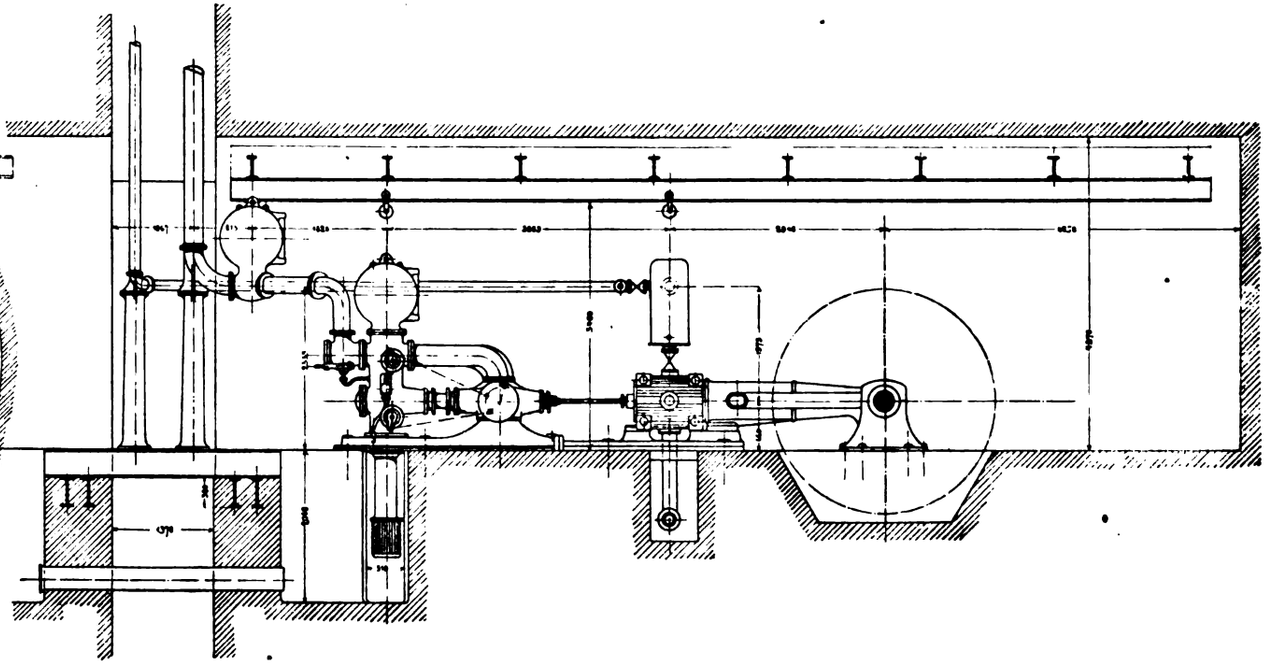


Fig. 331.
Längsschnitt.

An den Maschinen der Virginia-Gruben wurden von W. R. Eckart mit musterhafter Sorgfalt und Gründlichkeit zahlreiche Versuche durchgeführt, deren Resultate viel wertvolle Erfahrung und Erkenntnis lieferten, die bei uns teilweise erst später und mit mehr Lehrgeld erworben wurden. Ich hoffe, über diese Versuche später noch ausführlicher berichten zu können und füge nur den im Vorangegangenen beschriebenen Maschinen einige ergänzende Versuchsresultate bei.

Als Beispiel einer Gestängewasserhaltung ohne Schwungrad mit Davey-Differentialsteuerung wähle ich die Maschine auf Belcher-Grube, Fig. 315, S. 142.

Die Dampfdiagramme für normalen Gang sind in Fig. 340, S. 155 dargestellt. Auch bei dieser Maschine hat die Hubbegrenzung durch die Differentialsteuerung nicht genügt und mussten Anschlaghölzer unterhalb der Schwinge eingebaut werden.

Sehr mangelhaft erwies sich bei den Versuchen die Wirkung der unabhängigen Kondensatoren. In Fig. 341 sind die Diagramme der Antriebsdampfcylinder für die Luftpumpe dargestellt, welche den veränderlichen Hub, die ungleiche Belastung und die Dampfverschwendung durch Nachfüllung im Cylinder erkennen lassen. Bei den Versuchen ergab sich bei Kondensationsbetrieb ebenso grofser Dampfverbrauch wie bei freiem Auspuff. Später wurde zu den Luftpumpen eine besondere Kaltwasserpumpe hinzugefügt, welche das Einspritzwasser 16 m hoch in Behälter zu heben hatte; hierdurch wurde die Luftleere zwar verbessert, aber die Versuche ergaben noch höheren Dampfverbrauch. Endlich wurde die Anlage für Abfallkondensation umgebaut, welche sich bewährte.

Während der Versuche wurden von der Maschine folgende Gestängelängen betrieben: von der Maschine bis zum tonnlägigen Schacht 280 m mit Holzgestänge von 356 mm im Geviert; dann 503 m mit 356 mm- und 244 m mit 254 mm-Gestänge; dann 264 m mit 254 mm-Gestänge; zusammen 1291 m Pumpengestänge.

Das Gestänge war mit 7 Ausgleichern versehen, und im tonnlägigen Teil durch 82 Unterstützungsrollen getragen. Gesamtgewicht des Gestänges 188600 kg.

Bei durchschnittlich 5,25 minutlichen Hüben ergab sich die Arbeitsleistung beim Auf- und Niedergange, bei vorzüglicher Ausgleichung, zu je 128 PS, zusammen 256 PS. Der Gesamtwirkungsgrad betrug 0,748, der Hubverlust 3 pCt.

Die unzureichende Dampfausnutzung sowie die Unsicherheit des Betriebes waren Veranlassung, dass von den Davey-Maschinen ohne Schwungrad wieder abgegangen wurde und bei den Neuanlagen wieder Schwungradmaschinen für die Wasserhaltungen gebaut wurden. Die zuletzt auf Yellow Jacket-Schacht aufgestellte Maschine ist vorhin schon beschrieben und in Fig. 320 bis 322, S. 144 und 145 dargestellt.

Bei dieser Maschine waren beide Dampfcylinder mit Dampfmänteln sowie mit guter Ventilsteuerung versehen und so dicht neben einander gelegt, dass die Vorteile der kurzen Dampfwege zur Geltung kommen mussten. In der That zeigen die Diagramme, Fig. 342, eine für Maschinen der damaligen Zeit und Erfahrung vorzügliche Dampfwirkung. Im Durchschnittsbetrieb ergab sich ein Dampfverbrauch von 8,4 kg, ein Wirkungsgrad von 85 pCt.

Bei den Versuchen drückten die Pumpen mit 330 und 356 mm-Plungern, bei 3050 mm Pumpenhub, aus 915 m Tiefe, entsprechend einer Gesamtförderhöhe von 932 m. Das Pumpengestänge von 406 mm im Geviert, 920 m lang, ist mit 10 Ausgleichern versehen, das Gesamtgewicht des Gestänges mit Plungern und Stofsverbindung betrug 280 t.

Bei normalem Betriebe und 5,5 Min.-Umdr. ergab der Niedergang 197, der Aufgang 224 PS, zusammen 421 PS.

Bei der Maschinenanlage des Combination-Schachtes ist die Anlage für die hydraulischen Untergrundpumpen mit obertägiger Kraftpumpe beschrieben. Eine ähnliche Anordnung ist auf Eureka-Grube, Nevada, ausgeführt.

Die Kraftpumpe über Tag hat Dampfcylinder von 562 mm Hochdruck-, 1124 mm Niederdruckcylinderdmr. bei 1830 mm Hub und arbeitet mit 10 Min.-Hüben, mit 4 Kraftplungern von 98 mm Dmr. Diese haben das Aufschlagwasser zu liefern für zwei Untergrundpumpen, eine mit Kraftplungern von 133 mm und 330 mm-Pumpenplunger, 2440 mm Hub und 8 Min.-Hüben, und eine mit Kraftplungern von 130 mm und 140 mm-Pumpenplunger, 1830 mm Hub und 8 Min.-Hüben, aufserdem für eine Senkpumpe von 305 und 432 mm Differentialplunger und 1830 mm Hub.

Bei den Versuchen waren die Maschinen 3 Tage in normalem Gange. Die obertägige Maschine arbeitete mit durchschnittlich 9,63 Min.-Hüben bei 6,8 kg/qcm Dampfspannung, 483 mm Luftleere (normaler Luftdruck wegen Seehöhe 584 mm), Akkumulatordruck 73,7 kg/qcm.

Die unterirdischen Pumpen liefen mit durchschnittlich 7,5 Min.-Hüben und ergaben einen Wirkungsgrad von 0,58.

Bei wiederholten Versuchen wurde der Einfluss der Geschwindigkeitserhöhung an den Druckpumpen festgestellt. Fig. 343 zeigt in graphischer Darstellung die Zunahme des mittleren Pumpendruckes für 1,53 bis 6 Min.-Hübe, und den Vergleich dieses mit der Geschwindigkeit zunehmenden Betriebsdruckes mit dem hydrostatischen Druck. Mit zunehmender Geschwindigkeit erhöht sich die Endpressung in der Druckpumpe infolge der Stofswirkung, siehe die Pumpendiagramme Fig. 344. Diese erhöhten Enddrucke sind in der Fig. 343 als Ordinaten zu den betreffenden Geschwindigkeiten aufgetragen und die Punkte durch eine Kurve, welche diese Spannungszunahme darstellt, verbunden. In Fig. 345 sind die Diagramme der Kraftpumpe, in Fig. 346 die Diagramme der Antriebsdampfmaschine der Kraftpumpe dargestellt.

Die Kraftpumpe hat aufserdem das Druckwasser für eine hydraulische Fördermaschine zu liefern, obwohl für die Förderung über Tag Dampf zur Verfügung steht. Beim Anlassen der hydraulischen Fördermaschine sinkt der Akkumulatordruck von 77 kg/qcm auf 52,5 kg/qcm. Aufserdem tritt in den Treibcylindern ein aufserordentlicher Druckabfall ein, wenn der unter 90° versetzte zweite Arbeitscylinder den Hub beginnt. Diagramme dieser Treibcylinder sind in Fig. 347 dargestellt, aus denen die Störung der Wasserbewegung in der Hubmitte ersichtlich ist. Dieser hydraulische Antrieb wurde hauptsächlich ausgeführt, weil man beabsichtigte, das grofse Seilgewicht beim Niedergange zur Kraftaufspeicherung zu verwenden und die Wassersäulenmaschine während des Ganges als Widerstand, als Pumpe, zu betreiben. Diese Einrichtung ist jedoch nicht ausgeführt worden.

Die Treibcylinder haben veränderlichen Hub, die Einstellung des Kurbelzapfens erfolgt durch hydraulischen Druck. An jeder Kurbel arbeiten 4 Treibcylinder (152 mm Dmr., 1830 mm Hub), sodass wenigstens die sichere Umdrehung der Trommelwelle erreicht wird.

Von ganz besonderem Interesse sind die Versuche von Eckart, durch welche die thatsächlichen Bewegungsverhältnisse langer Gestänge festgestellt wurden. Ich habe selbst vor etwa 15 Jahren versucht, die Formveränderungen langer Gestänge festzustellen, bin aber mit den Versuchen gescheitert, da mir keine brauchbaren Instrumente zur Verfügung standen und mit den gewöhnlichen Mitteln die Feststellung nicht gelang.

Eckart konstruirte zur Bestimmung der jeweiligen Geschwindigkeit von hin und her gehenden Maschinenteilen in den einzelnen Bewegungszuständen einen Chronographen, Fig. 348, bestehend aus einer Trommel, welche von einem Uhrwerk in gleichförmige Umdrehungsgeschwindigkeit versetzt wird. Die Trommel ist genau ausgeglichen und läuft in Rollenlagern. Das Uhrwerk wird durch eine Sirene regulirt, deren gleichmäfsige Umdrehung auf der Schwingungszahl einer Membran beruht. Durch Veränderung der Schwingungszahl der Membran können auch Umdrehungszahlen des Uhrwerks verändert werden. Ursprünglich war aufserdem ein zweiter Schreibstift in Verbindung mit dem Uhrwerk angebracht, welcher die Sekundenpunkte auftrug. Vor der Trommel, parallel zu ihrer Achse, befindet sich eine Gleitstange, auf der ein Schlitten vom zu untersuchenden Maschinenteil durch eine Schnur hin und her geführt wird. Dieser Schlitten

trägt einen Stift, der auf dem Papierstreifen der Trommel die Bewegungskurven zeichnet, deren Abscissen die Zeit und deren Ordinaten den Weg angeben.

Um den Apparat möglichst empfindlich zu machen, hat Eckart das Papier mit Ruſs überzogen, sodass der Stift nur die Ruſsfläche berührt, aber nicht das Papier selbst. Nach Abnahme wird der Ruſs durch Schellack fixirt.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Apparates besteht darin, dass der auf dem Schlitten befestigte Stift durch einen Elektromagnet in das Papier eingedrückt werden kann, um gewisse Punkte in dem Diagramm besonders hervorzuheben.

Die in Fig. 349 dargestellten Diagramme sind am Gestänge der Wasserhaltung der Ophir-Grube (s. Fig. 311 auf S. 139) abgenommen, und zwar wurde die Bewegungskurve *A A* vom Apparat übertags am Kunstwinkel der Maschine bei *A* bei 5 Min.-Hüben abgenommen, während die Kurve *BB* am unteren Teil des Gestänges in 700 m Tiefe bei *B* (siehe Fig. 349) abgenommen wurde und die thatsächliche Geschwindigkeit an dieser Stelle anzeigt. Der Maſsstab der beiden Kurven ist nicht derselbe, damit die Kurven der Deutlichkeit halber auseinanderrücken.

Aus der Bewegungskurve ist die Geschwindigkeitskurve abgeleitet durch Legen der Tangenten an die einzelnen Kurvenelemente und Bestimmung der Geschwindigkeit nach $v = \frac{ds}{dt}$.

Diese Geschwindigkeiten sind in ein Koordinatensystem eingetragen, sodass die Abschnitte der Abscissen die Sekunden darstellen, während die Ordinaten die zu den jeweiligen Zeitabschnitten gehörigen Geschwindigkeiten angeben.

Auf diese Weise sind die thatsächlichen Geschwindigkeiten ermittelt, entsprechend den Bewegungskurven *A* (über Tag) und *B* (unter Tag). Aus den berechneten Geschwindigkeiten sind dann ferner noch die Beschleunigungskurven für denselben Abscissenmaſsstab nach $p = \frac{d^2s}{dt^2}$ abgeleitet.

Die Beschleunigungen sind von der Grundlinie nach oben und die Verzögerungen nach unten aufgetragen.

Aus diesen Versuchen, die an vielen anderen Gestängewasserhaltungen in Virginia City wiederholt sind, ergiebt sich, dass die thatsächliche Bewegung des Gestänges unter Tag mit der Uebertagbewegung überhaupt nicht übereinstimmt, dass unter Tag Geschwindigkeiten ein Minimum und selbst Null werden, wenn über Tag andere, selbst gröſste Geschwindigkeiten auf das Gestänge übertragen werden usw., dass also die elastischen Formveränderungen so bedeutende sind, dass über und unter Tag im vermeintlich starren Gestänge gar keine Uebereinstimmung der Bewegungen mehr stattfindet. Es ist nicht die Kraftübertragung durch ein festes Gestänge, sondern es sind Schwankungen einer elastischen Masse, und die thatsächliche Bewegung des Gestänges ist das Produkt einer zusammengesetzten Bewegung. Weder Hublänge, noch Bewegungsumkehrung stimmen mit der thatsächlichen Bewegung unter Tag.

Es ist also nicht ausreichend, lange Gestänge nur für die Beanspruchungen und nur für die Beschleunigungskräfte zu berechnen, es müsste auch noch der Einfluss der Schwingungen und elastischen Formveränderungen berücksichtigt werden, was aber nach bisheriger Erkenntnis und unter Berücksichtigung der wirklichen Verhältnisse unmöglich ist.

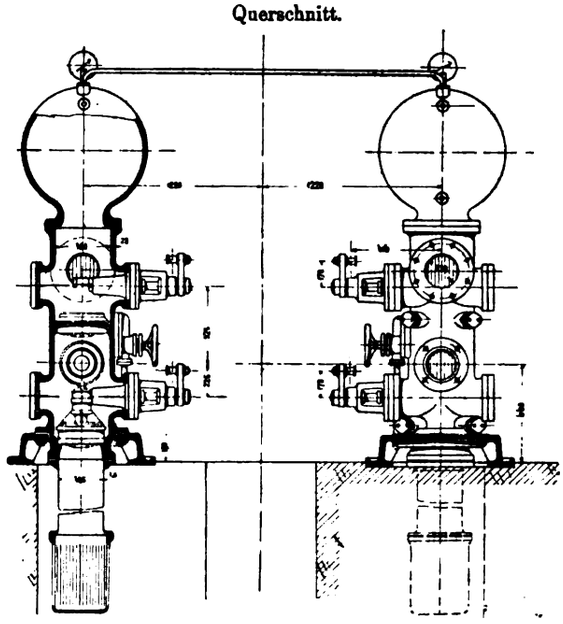
Sehr beachtenswert ist auch die Uebereinstimmung dieser Schwingungen im Gestänge mit den Schwankungen der Wasserpressung in den Pumpensätzen. Gleichzeitig aufgenommene Bewegungs- und Pumpendiagramme ergaben, dass in den Pumpen Druckerhöhung zu genau derselben Zeit vorhanden ist, wo infolge der Geschwindigkeitsänderungen Beschleunigung eintritt, und umgekehrt beim Auftreten von Verzögerungen.

Die Folge dieses unvermeidlichen Bewegungszustandes ist die ungleiche Hublänge, der sogen. Hubverlust, und die Unmöglichkeit, rasche Bewegung und rasche Bewegungsänderung zu erzielen. Also nicht nur die statischen Kräfte und die Beschleunigung der Massen setzen der Geschwindigkeit langer Gestänge ein engbegrenztes Ziel, sondern noch mehr die Schwingungen, welche durch die Formveränderung zusammen mit der Massenbeschleunigung auftreten.

Durch die Versuche wurde ferner nachgewiesen, dass infolge dieser Schwingungen an einzelnen Gestängeteilen, gewissermaſsen an Knotenpunkten, weit erhöhte Beanspruchungen auftreten und dass infolgedessen die Gestänge stets in bestimmten Querschnitten brechen, wo die Festigkeit des Bruchquerschnittes keine geringere ist als in anderen Gestängequerschnitten, und wo der Bruch eben nur eine Folge der Beanspruchung durch die Schwingungen ist. Es ist auch im höchsten Grade auffällig und interessant, dass die Bruchstellen der Holzgestänge nicht dem natürlichen zackigen Bruche des Holzes entsprechen, sondern quer und geradflächig durch das Gestänge gehen, als ob es durch einen Meiſsel glatt abgestemmt worden wäre. Aufserdem zeigt die mikroskopische Untersuchung, dass die Struktur des Holzes durch die fortgesetzte Schwingungsbeanspruchung vollständig verändert wird, dass es förmlich kristallisirt ist und alle Erscheinungen der unzulässig wiederholten Beanspruchung aufweist. Alles dieses vollzieht sich, und alle daraus erwachsenden Gefahren der Brüche treten auf innerhalb durchaus zulässiger statischer Beanspruchungen.

Fig. 335

Querschnitt.



Diese Versuche geben höchst lehrreichen Aufschluss über viele Gefahren und Brüche, welche durch die Kraftübertragung vermittels langer Gestänge veranlasst werden, und es wäre sehr erwünscht, wenn solche Untersuchungen erweitert und auch für den umgekehrten Fall der Kraftübertragung durch kurze Gestänge, aber bei höherer Geschwindigkeit und infolgedessen gröſseren Beschleunigungen durchgeführt würden.

Eckart hat auch Geschwindigkeitsdiagramme an der Mexican Union-Wasserhaltungsmaschine, Fig. 312 auf S. 140, abgenommen, derart, dass die thatsächlichen Beschleunigungskurven am Balanzierkopf unmittelbar über dem Schacht abgenommen wurden. Aber selbst bei dieser geringen Entfernung von der Antriebsmaschine ergaben sich ganz ungleiche thatsächliche Geschwindigkeiten, während die Geschwindigkeit unmittelbar an der Dampfmaschine selbst einen regelmäſsigen, der Rechnung entsprechenden Verlauf der Bewegung nach der Kurbelgeschwindigkeit zeigte.

Aufserdem wurde bei diesen Versuchen der Einfluss veränderlicher Kompression im Dampfcylinder festgestellt, wobei die übrigen Betriebsverhältnisse jedoch keine Aenderung erfuhren. Fig. 350 ist eine Auswahl der aufgenommenen Diagramme, welche selbst bei so geringer Entfernung von der Kraftquelle schon aufserordentlich grofse Schwankungen der

Geschwindigkeit aufweisen, die nur in den elastischen Formveränderungen ihre Ursache haben können.

Die Reise von Nevada nach Kalifornien über die Sierra Nevada bietet, namentlich beim Tahoe-See, Naturschönheiten ersten Ranges. Die Union Pacific-Eisenbahn ist für deren Genuss allerdings nicht geeignet, denn sie läuft gerade über das Gebirge während 64 km ununterbrochen durch gedeckte Schneegallerien, welche jeglichen Ausblick hindern. Die

Fig. 333 bis 335. Wasserhaltung der Boston Montana Co. Mafsstab 1 : 50.

Fig. 333. Seitenansicht.

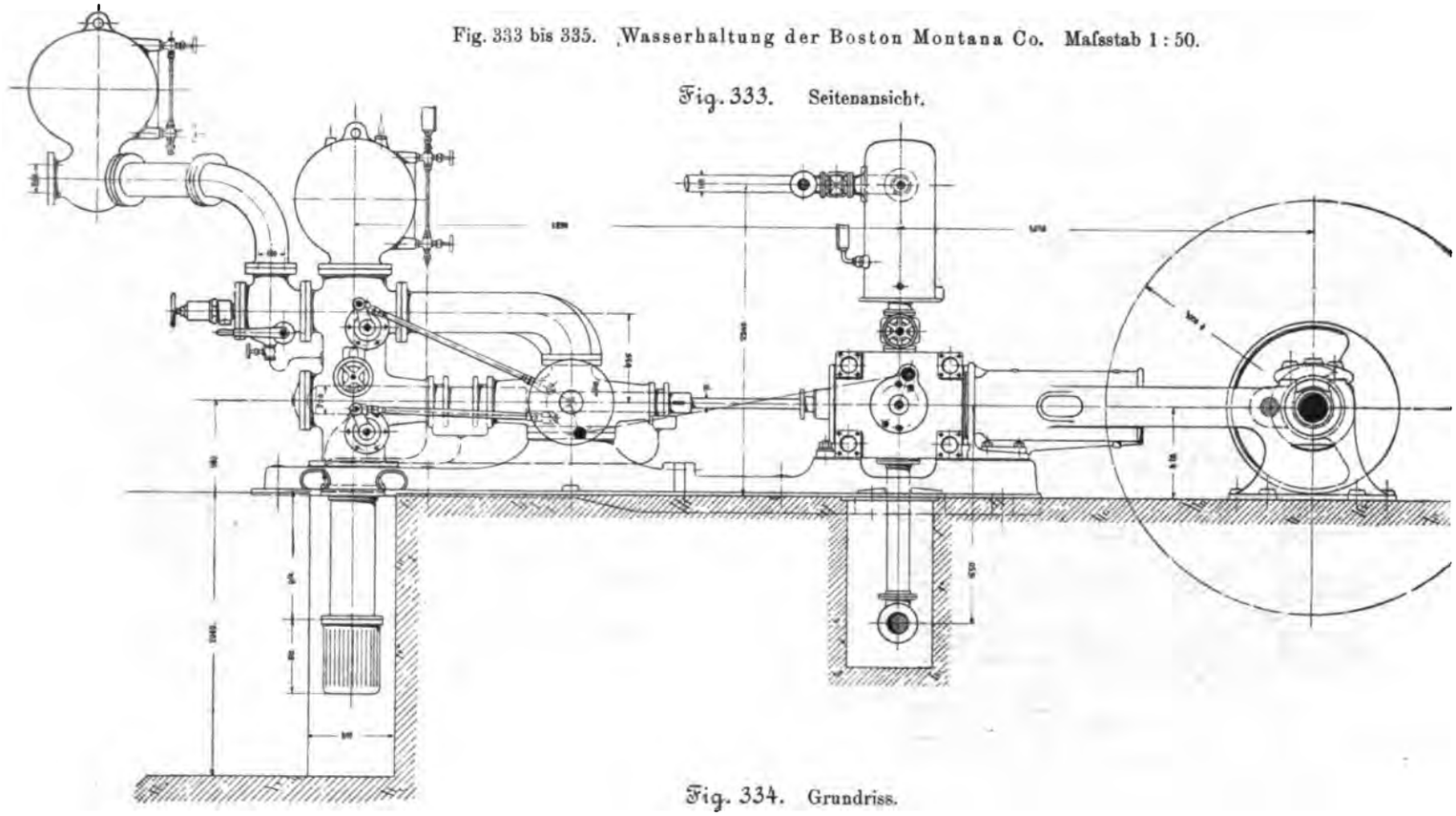
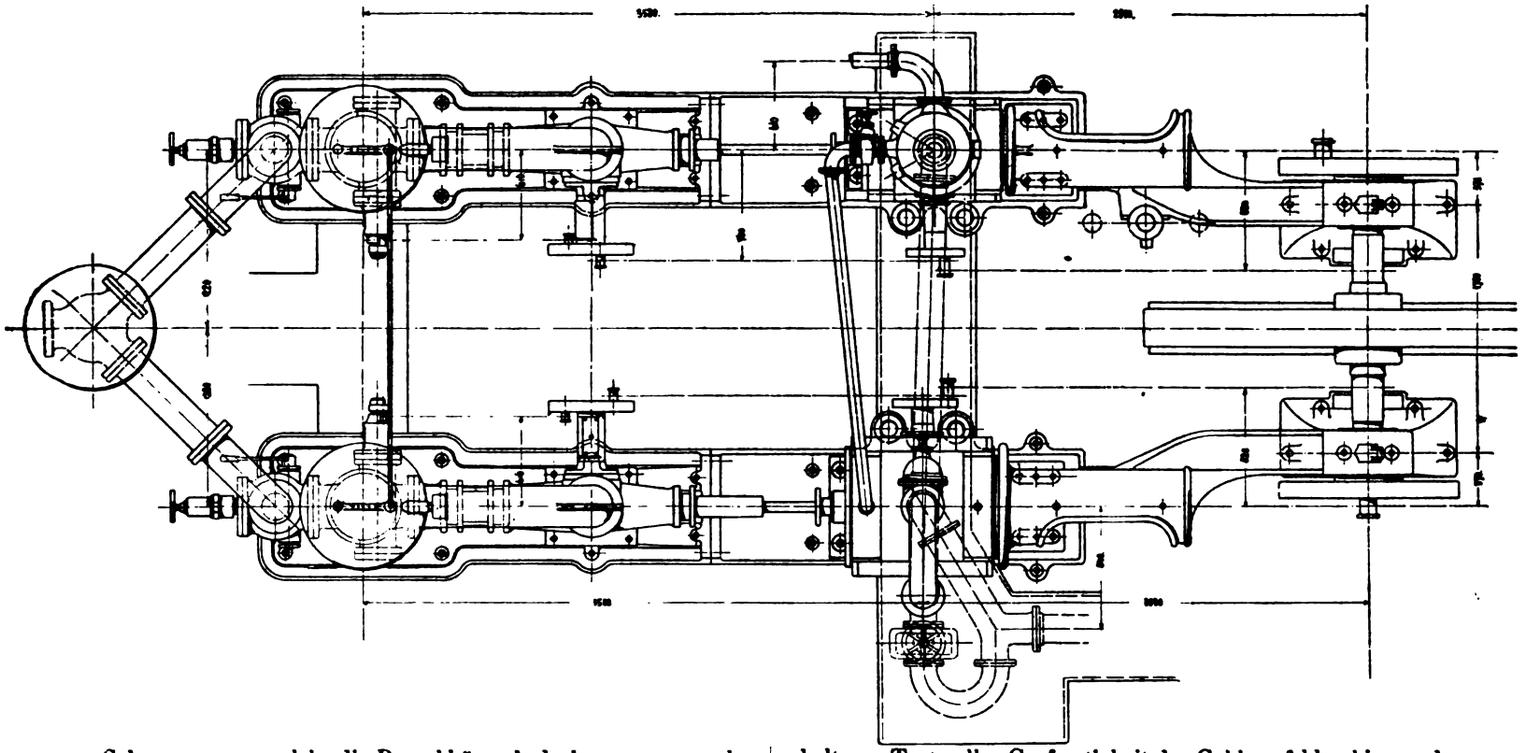


Fig. 334. Grundriss.



Schneemassen, welche die Bergabhänge bedecken, waren noch im Juni ungeheure, die Gallerien auf meilenlange Strecken tief verweht; es ist, als ob die Feuchtigkeit des ganzen Ozeans hier auf dem Gebirgskamm sich niederschlage, um die östlich liegenden endlos wüsten Hochflächen regenfrei zu halten. Trotz aller Grofsartigkeit der Gebirge fehlen hier, und noch mehr im Felsengebirge, zum vollständigen Genuss, wie wir ihn in gleicher Landschaft bei uns gewohnt sind, freundliche Dörfer und Mittelgebirge, die durch Bergbauten und zerwühlte Bergabhänge nicht ersetzt werden. Der oft versuchte

Vergleich zwischen dem amerikanischen Hochgebirge und unseren Alpen ergiebt kurz und fast immer zutreffend Folgendes: In Amerika fehlt die mächtige Schönheit unserer Alpen, weil es trotz der sehr grofsen Höhe der Gebirgszüge keine eigentlichen Gletscher giebt, und weil die Mittelgebirge mit den grünen Matten und Dörfern fehlen. Die Hochflächen und die fast regelmäfsigen Gebirgskämme und einförmigen Thäler schaffen keinen Ersatz.

Die Niederfahrt in das riesige Thalbecken von Kalifornien gehört zu den schönsten Eindrücken, und diese erinnert wenigstens einigermafsen an unsere Gebirge. Die Eisenbahn von der Sierra in das Sacramento-Thal führt unmittelbar an den berühmten Goldwäschereien vorbei, die aber heute nahezu verlassen sind. Dort war anfangs der 50er Jahre das Goldfieber in höchster Blüte, dort wurden durch die bekannte hydraulische Goldwäscherei, durch Abschwemmung des Gebirges vermittels kräftiger Wasserstrahlen (15 bis 20 Atm. Druck) ganze Bergzüge verwüstet. Die weifsen Goldgräber haben diese Verwüstung begonnen und in grofsem Mafsstabe durchgeführt; beim Nachlassen des Goldvorkommens

Fig. 336.

Wasserhaltung mit elektrischem Antrieb der G. F. Blake Co. Mafsstab 1 : 65.

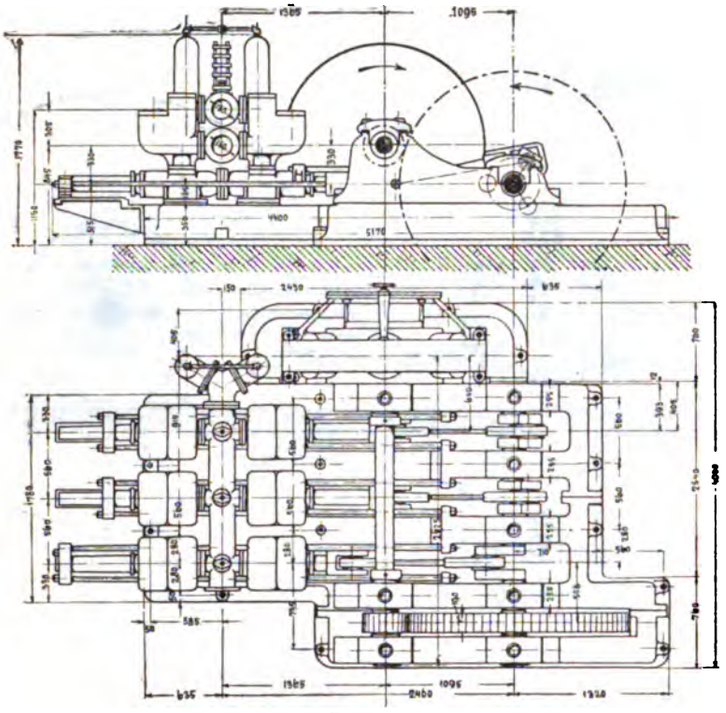


Fig. 337.

Mafsstab 1 : 10.

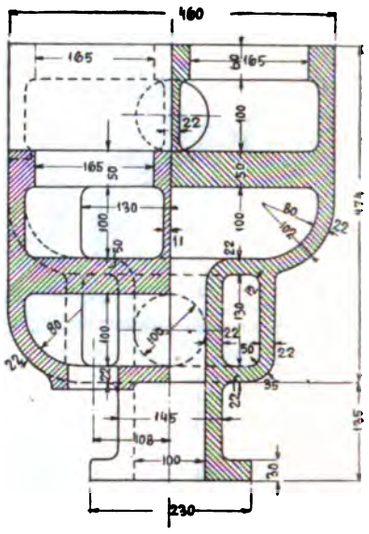


Fig. 339. Wasserhaltung mit elektrischem Antrieb der Calumet und Hecla-Grube. Mafsstab 1 : 30.

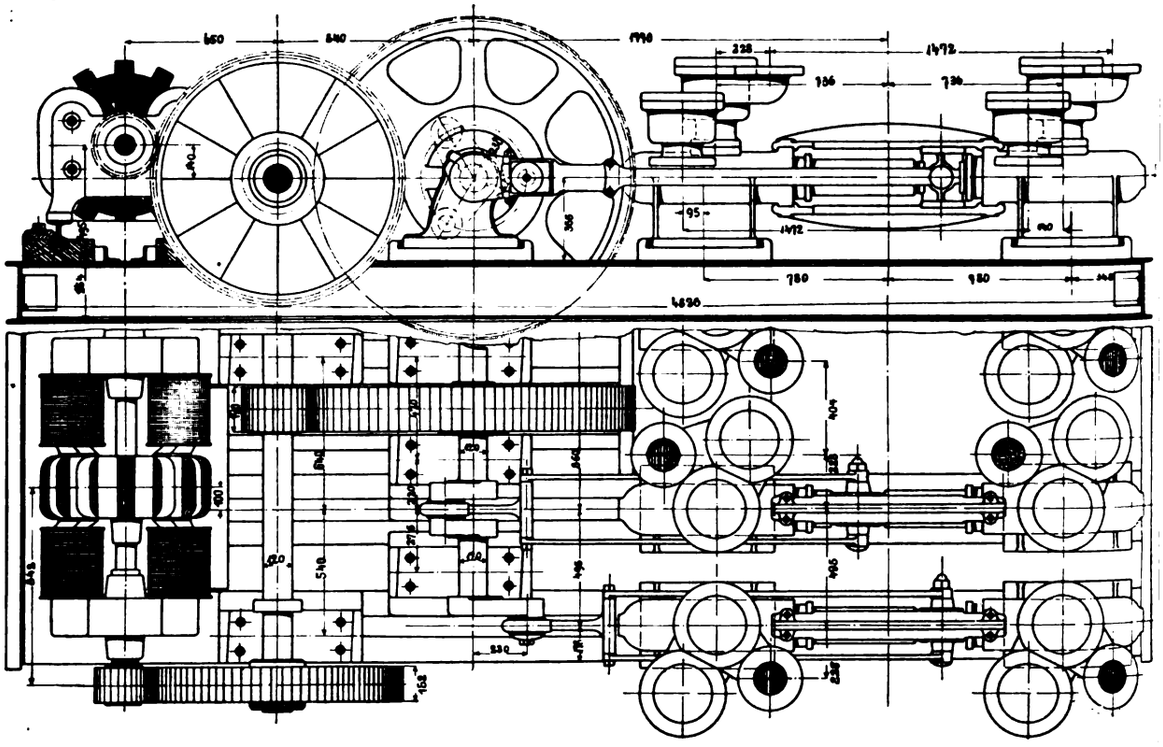
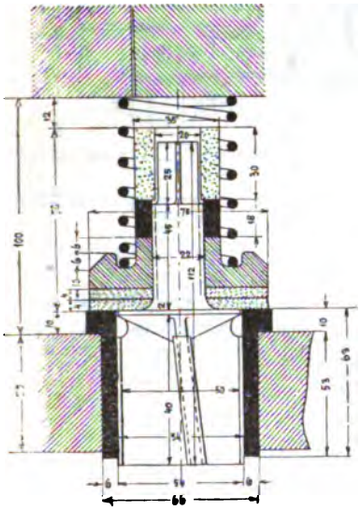


Fig. 338.

Mafsstab 1 : 3.



wurden die zurückgelassenen Halden nochmals durchgewaschen, und diese schon zweimal zerwaschenen Sandhügel waren im letzten Jahrzehnt noch für die Chinesen gut genug. Gegenwärtig ist dieser Betrieb fast ganz ausgestorben. Nachdem früher durch die Abwaschungen grofse fruchtbare Thalstrecken versandet wurden, schreibt das Gesetz jetzt vor, dass bei hydraulischer Goldgewinnung alles abgewaschene Gestein, Sand usw. an der Gewinnungsstelle zurückgehalten werden muss. Dies zwingt zu so kostspieligen Dammanlagen, dass die ganze Goldwäscherei sich auch für Chinesen nicht mehr lohnt.

Von diesen zerwühlten Gebirgen wendet sich der Blick

Fig. 340.

Wasserhaltung der Belcher-Grube.

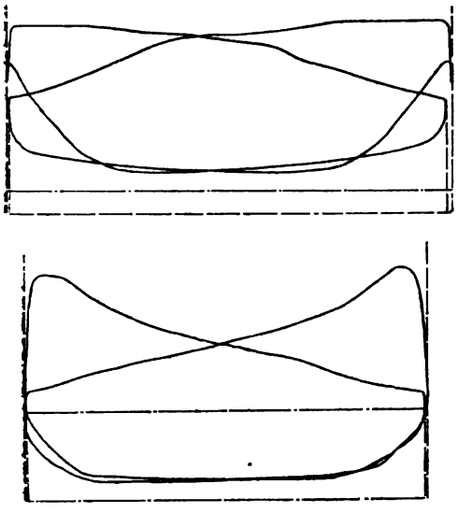


Fig. 341.

Wasserhaltung der Belcher-Grube. Luftpumpe.

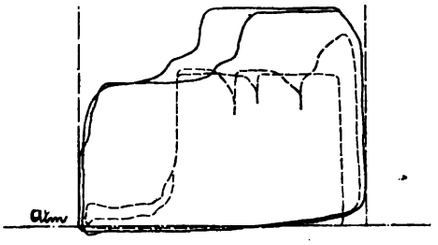


Fig. 342.

Wasserhaltung der Yellow Jacket-Grube. Dampfcylinder.

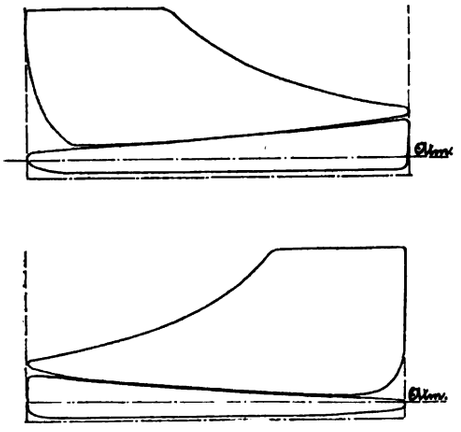


Fig. 343.

Druckpumpe der Eureka-Grube.

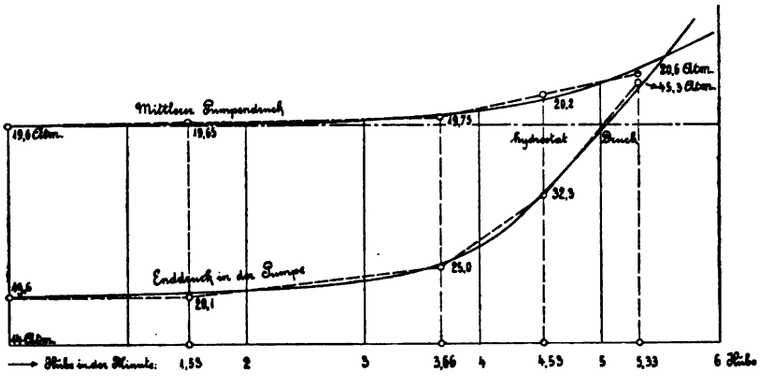


Fig. 344.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Druckpumpe.

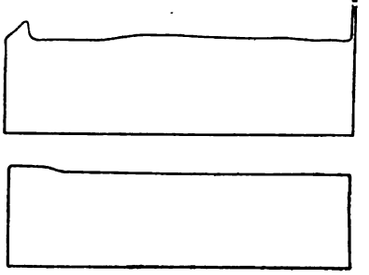


Fig. 345.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Kraftpumpe.

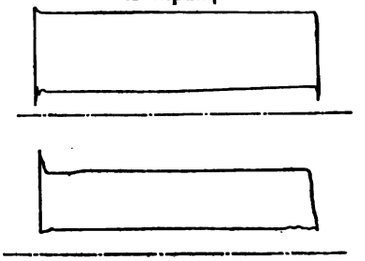


Fig. 346.

Wasserhaltung der Eureka-Grube.

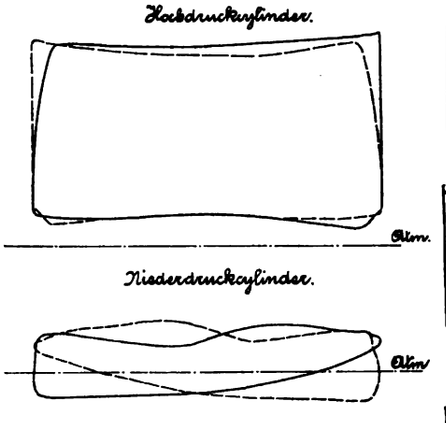
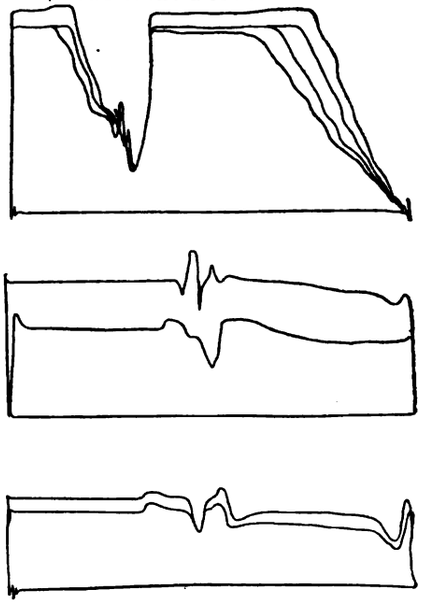


Fig. 347.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Hydraulische Fördermaschine.



hinab in das unvergleichlich fruchtbare kalifornische Thal mit den herrlichsten Kulturen. Insbesondere wer Chicago genauer kennt und dort im Winter — 35° C und dementsprechend Stürme und im Sommer + 43° C ohne nächtliche Abkühlung, aber mit Zugabe von Staub und Rauch mitgemacht, weifs Kalifornien mit seinem gleichmäfsigen Klima um so mehr zu schätzen.

Kalifornien ist ein ungeheures ehemaliges Seebecken; ein einziger Gebirgseinschnitt führt zum Ozean; durch diesen Einschnitt münden die beiden Hauptflüsse des Landes, und an der Mündung, am berühmten »Goldenen Thor« liegt die Hauptstadt San Francisco, deren schöne Lage in mehr als einer Beziehung mit dem Goldnen Horn und der Moslim-Stadt verglichen werden kann, dieser sogar an natürlicher Schönheit weit überlegen ist, nicht zum mindesten durch die unmittelbare Nähe des Gebirges und des Ozeans.

Das Wachstum San Franciscos ist zurückzuführen zunächst auf seinen unvergleichlichen Hafen, der auf der ganzen

Pacific-Küste nord- und südwärts auf grofse Entfernung überhaupt keinen Rivalen hat und erst in neuester Zeit durch Portland (Oregon), noch mehr durch Vancouver (Canada) beeinträchtigt wird. Aufserdem ist das Wachstum begründet in dem auch nach amerikanischen Begriffen überaus reichen Lande und seiner Ackerbauentwicklung.

Das Goldfieber hat die Stadt anfangs der 50er Jahre nicht auf mehr als 5000 Einwohner gebracht, und seither ist

Fig 348. Chronograph.

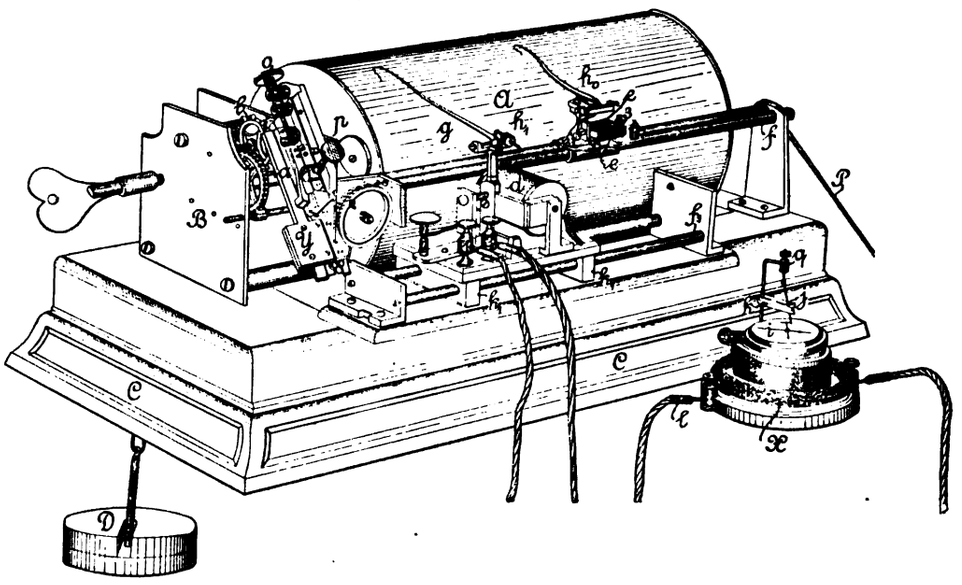
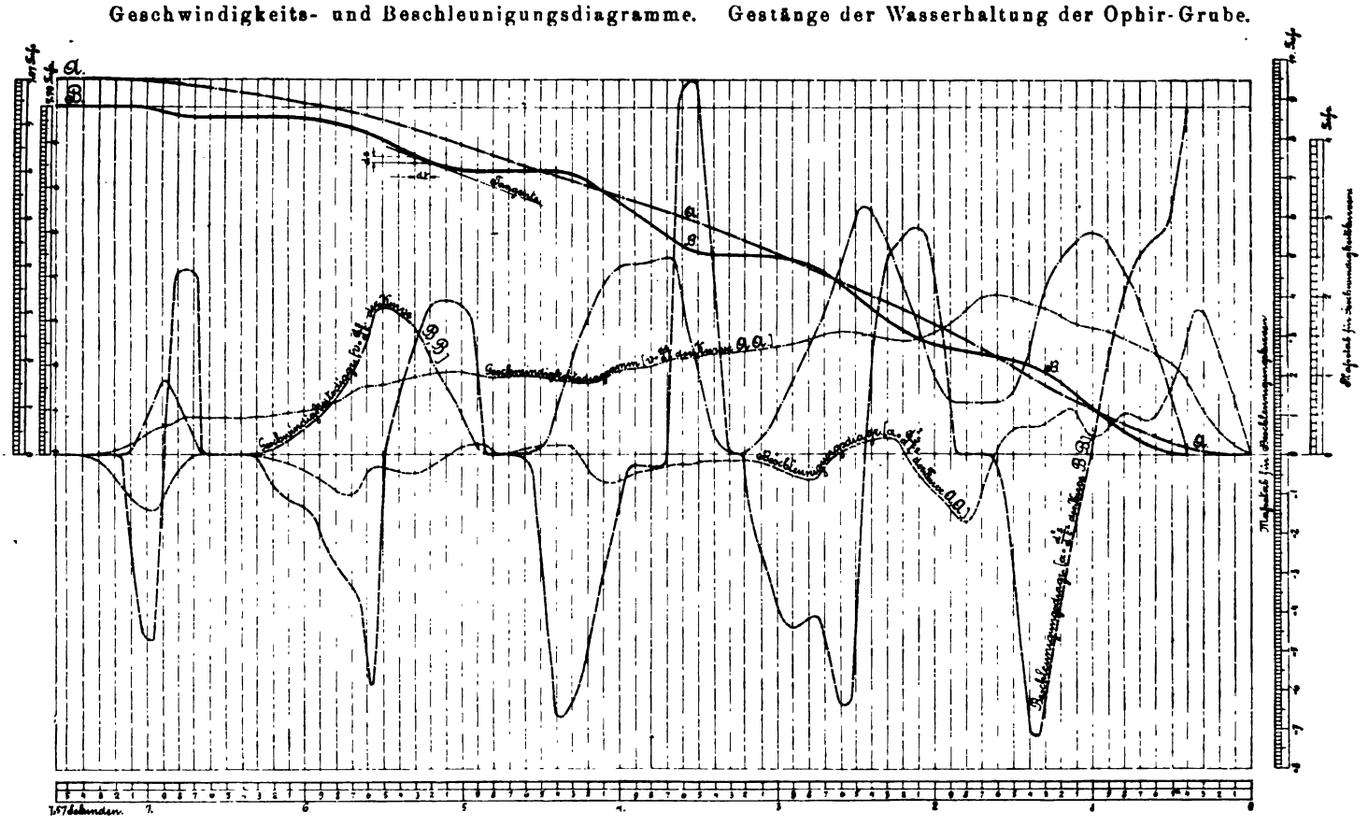


Fig. 349.

Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdiagramme. Gestänge der Wasserhaltung der Ophir-Grube.



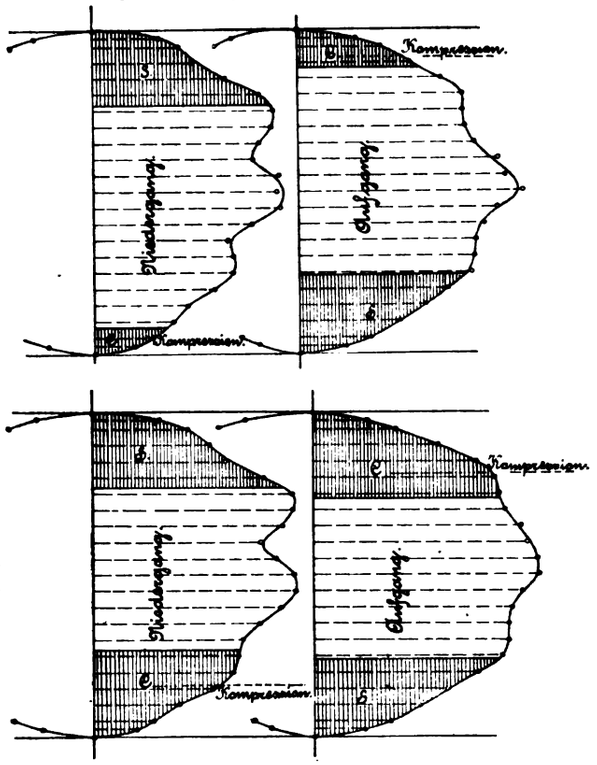
der Einfluss des Goldbaues Null, die Stadt aber zu einer Grofsstadt von 400000 Einwohnern herangewachsen. Sie hat zwar nicht entfernt das grofsartige geschäftliche Treiben wie die östlichen Städte, aber auch nicht ihre Schattenseiten. Es geht hier ruhiger, auch weniger marktschreierisch her. Trotzdem haben Stadt und Land noch eine ebenso grofse Zukunft vor sich wie der Osten, und das »Hinterland« Asien spielt in dieser Zukunft eine grofse Rolle.

Die Leistungen kalifornischer Ingenieure sind hochbedeutend, obwohl das meiste in jahrzehntelanger Abgeschlossenheit, ohne Benutzung anderwärtig gemachter reicher Erfahrungen, geschaffen wurde.

Auf dem Gebiete der Hydraulik im allgemeinen, der Wasserleitungen, Bewässerungsanlagen, städtischen Einrichtungen, Seilbahnen, im Bergbau, Schiffbau und vielen anderen Gebieten haben kalifornische Ingenieure stets einen ersten Rang eingenommen. Ihre Arbeiten im eigenen Lande sind eigenartig, und zum Unterschiede vom amerikanischen Osten, stets den besonderen Verhältnissen angepasst. Auch giebt es hier wenig Schablonenarbeit, der Ingenieur muss stets viele

Fig. 350.

Geschwindigkeitsdiagramme bei veränderlicher Kompression (Mexican Union-Schacht).



Gebiete beherrschen. Trotz grofser Entwicklung fehlt aber der ungeheuere Mafsstab des Ostens. Wenig ausgebildet ist infolgedessen auch die Maschinenfabrikation.

So eigenartig der kalifornische Maschinenbau sich auch gestaltete, eine richtige und mustergültige Fabrikation ist hier noch nicht entstanden. Seit mehr als 40 Jahren ist hier z. B. die Ventildampfmaschine eingebürgert; kein anderes System hat sich dagegen behauptet, und dennoch steht die Ausbildung in allen Teilen hinter unseren Ventilmaschinen zurück, weil eben die planmäfsige Fabrikation fehlt. Die Maschinenfabriken von San Francisco sind sehr bedeutend; insbesondere die Fabriken und Werften der Union-Eisenwerke gehören zu den gröfsten des Landes.

Eigenartig sind die Seilbahnen der Stadt; ein besonderer Bericht im ersten Heft S. 118 u. f. hat bereits die wesentlichen Einzelheiten gebracht. Ebenso wäre ein solcher über hydraulische Anlagen in hohem Mafse lohnend, da insbesondere die Einfachheit der Mittel vorbildlich dienen kann. Auf dem Gebiete der kalifornischen Wassermotoren ist das Pelton-Rad bekannt; hier ist es aufserordentlich geschätzt, ohne dass man sich zu Uebertreibungen veranlasst sieht. Das Rad herrscht hier vor wegen seiner bequemen Aufstellung, geringen Kosten und Zweckmäfsigkeit für zahlreiche Anlagen, wo es in erster Linie auf gröfste Einfachheit und nicht gröfste Vollkommenheit ankommt; man lässt aber daneben andere Konstruktionen als vollkommener gelten und weifs auch nichts von der angeblichen Tugend des Pelton-Rades, dass das Wasser in genügender Entfernung vom Rade ohne Schaden sich abdrosseln liefse.

Mit ganz besonderem Interesse habe ich die hohe wissenschaftliche Bildung kalifornischer Ingenieure kennen gelernt. Es ist ein besonderer Reiz, so in fernem Lande, wo der persönliche Austausch wissenschaftlicher Errungenschaften nur ein beschränkter ist, und mit unserem eigenen wissenschaftlichen Leben gar kein Zusammenhang, nicht einmal ein litterarischer besteht, mit überseeischen Fachgenossen durch das Mittel einer fremden Sprache sich doch auf dem gleichen Boden der Wissenschaft zusammenzufinden und, auf verschiedener Entwickelung fufsend, zu gleicher wissenschaftlicher Auffassung zu gelangen. Dies schafft einen Genuss, der eben nur möglich ist auf einem Gebiete menschlichen Schaffens, wo nicht Meinungen, sondern die Wahrheit der Thatsachen entscheidet. Insbesondere bot mir der Verkehr mit Hamilton Smith und W. R. Eckart viel Belehrung.

Die Rückreise nach Chicago führte mich durch die südlichen Staaten Arizona, Neu-Mexico usw., welchen Humboldt wegen ihres Mineralreichtums die Zukunft der Welt zuspricht. Nicht nur das Bergland Colorado, auch die verrufenen wüsten Hochflächen der Südstaaten bieten, nicht allein für den Bergmann, sondern für jeden, der Sinn für Naturschönheit besitzt, so Eigenartiges, dass sie die Reise wert sind. Ein einziges, aber das gröfste Naturwunder der Welt, die grofse 500 km lange Colorado-Schlucht in Arizona mit ihren bis 2000 m fast senkrecht (60°) ansteigenden Thalrändern, überwiegt alles, was der Osten bietet. Die Amerikaner pflegen den Superlativ noch zu übertrumpfen und bezeichnen das gröfste mit »Mammut«. So lächerlich dieser Mammutiv auch oft gebraucht wird, besonders für Reklamezwecke, gegenüber der Colorado-Schlucht ist er am Platze, sie hat nicht ihres Gleichen.

Bei uns ist nur der nördliche Teil des amerikanischen Gebirges, insbesondere der Yellowstone-Park berühmt; seine Wunder halten aber einen Vergleich mit unseren Alpen nicht aus. Der Park ist mehr eine Sammlung von Merkwürdigkeiten als Naturschönheiten. Der Süden hingegen zeigt das Bild einer neuen Welt und auch die einzigen noch sehenswerten Ueberreste ihrer Ureinwohner.

Gar viele bemühen sich, während eines kurzen Ausfluges in den Ver. Staaten die indianischen Ureinwohner in unverfälschter Weise zu Gesicht zu bekommen, und nur wenigen gelingt es. Was im Osten, oder gar am Niagara gezeigt wird, ist »home made«! Selbst Eisenbahnfahrten durch Indianer-Reservationen verlaufen in der Regel fruchtlos, wenigstens im Norden. In den südlichen Staaten nahe an Mexiko ist das Land von den Weifsen noch nicht so begehrt wie im Norden, dort ist wenigstens jetzt noch interessantes Indianerleben zu sehen, von den verkommenen Stämmen in Kalifornien bis zu den kriegerisch aussehenden berittenen Navajos und Apaches, die wahrscheinlich noch nicht allzuviel Weifse zu Gesicht bekommen haben und daher noch wohl erhalten sind. Aber selbst in diesen dünn bevölkerten Staaten, wo auf hunderte von Meilen überhaupt nur Indianer noch in ihren ursprünglichen malerischen Dörfern leben, lässt sich beobachten, welche Rolle diese ehemaligen »Herren des Landes« jetzt spielen. Die südlichen Indianer-Reservationen sind Gebiete, welche die Begehrlichkeit der Weifsen bisher noch nicht geweckt, aus denen die Indianer nicht heraus, die Weifsen aber hinein dürfen. Wennschon der Vernichtungskrieg gegen die Ureinwohner jetzt nicht mehr mit so hässlichen Mitteln geführt wird und die Regierung durch Gesetze viel verhütet, unter anderem auch den Massenmord durch Schnaps, so ist es mit der Herrlichkeit dieser ehemals herrschenden, geistig so unglaublich tief stehenden Menschenart doch auch unter Regierungschutz gar traurig bestellt. Bezeichnend für amerikanische Auffassung ist folgendes nicht sehr schöne, aber alltägliche Erlebnis: auf jeder südlichen Eisenbahnstation, bestehend aus dem Bahnhof und einigen Hütten, lungern die Indianer massenhaft herum; die Schlafwagenkondukteure sind ausnahmslos Neger und als solche immerhin Yankees zweiter Klasse, und diese machen sich zur grofsen Erheiterung derer erster Klasse, das Vergnügen, bei der Ausfahrt des Zuges die Eingeborenen — anzuspucken! Aehnliches ist übrigens, gepaart mit Misshandlungen, auch im Osten gegenüber den Chinesen gelegentlich zu sehen. Bei diesen ist es der amerikanische Ausdruck der Verachtung, weil sie Arbeit so billig leisten. Unsere Landsleute haben, sich früher aus der gleichen Ursache allzu billiger Arbeit auch einen erheblichen Grad von Hass, mit einiger Verachtung gemischt, zugezogen, haben sich aber seither gründlich gebessert. Den Indianern wird der Ausdruck unverfälschter Verachtung in diesem Lande der Freiheit und Gleichheit zu teil. Als sehr charakteristisch möchte ich hinzufügen, dass in der Regierungsausstellung in Chicago das Leben und Treiben der Indianer durch Wachsfiguren, Photographien ihrer

jetzt noch bestehenden Ansiedlungen usw. in der »präbistorischen« Abteilung dargestellt ist.

Die Fahrt vom Westen bis in die Prärien von Kansas ist fast durchaus Gebirgsfahrt. Ich füge zwei Längsprofile bei, und zwar Fig. 351: das Profil der Central Pacific-Bahn von San Francisco nach der Salzseestadt, und die Verbindung von dort nach Chicago über die Rio Grande-Eisenbahn, und aufserdem Fig. 352: das Längsprofil der südlichen Pacificstrecke mit der Atlantic Pacific-Bahn bis Albuquerque und Anschluss durch die Santa Fé-Eisenbahn nach Chicago.

Grofses Interesse bieten im Süden auch die geologischen Verhältnisse, wie überhaupt in Amerika selbst in denjenigen Gegenden, welche durch ihre Oede verrufen sind, die Beobachtungen über die Entstehung des Landes zu den interessantesten Studien führen. Es ist eine Charakteristik des westlichen amerikanischen Kontinents, dass alle geologischen Formationen wie ein offenes Buch auch für denjenigen verständlich zu lesen sind, der nicht in alle Einzelheiten der Erdentwicklung eingeweiht ist. Während bei uns die Bildungen früherer Perioden nur mit Aufwand von Schlussfolgerungen und aus kleinen Einzelbeobachtungen zu einem Bilde sich gestalten, spricht hier alles viel eindringlicher; es ist, als ob eine lange Zeitperiode überhaupt keine Spuren zurückgelassen und die Bildungen der vorangegangenen bedeckt hätte. Alles ist so, als ob vor wenigen Jahren erst die Kräfte zu wirken aufgehört hätten.

Der nochmalige Aufenthalt in Chicago gab Gelegenheit, die Ausstellung nochmals in besserer Ausstattung und einigermafsen fertig zu sehen. Das Hämmern und Packen dauert zwar noch fort und wird wohl bei der Schlussfeier auch noch hörbar sein, aber der Anblick der Ausstellung ist doch ein vorteilhafterer; das Gesamtbild und der innere Wert aber hat sich nicht wesentlich geändert; die zuerst fertigen Staaten sind auch jetzt noch die bedeutendsten. Andere haben inzwischen nur den Jahrmarkt gefüllt und wieder andere, wie Spanien, Russland usw. sind jetzt noch ein Chaos. Nur Frankreich hat inzwischen seine einheitlich angelegte schöne Ausstellung eröffnet und streitet mit Deutsch-

Fig. 351.

Central Pacific- und Rio Grande-Bahn.

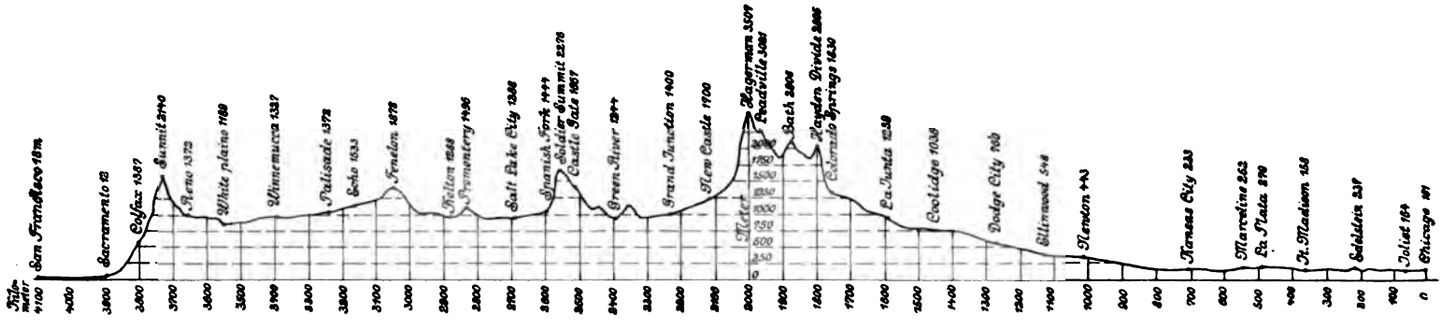
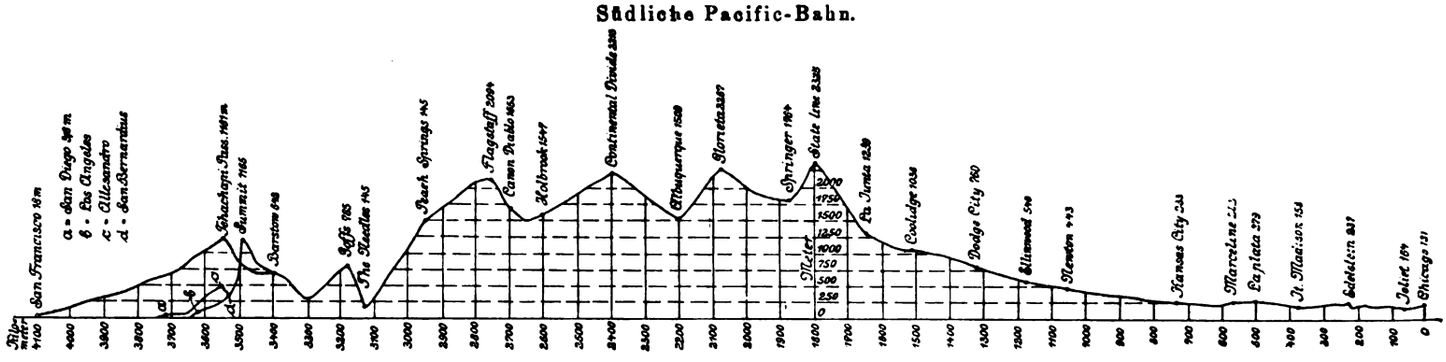


Fig. 352.

Südliche Pacific-Bahn.



land um den Vorrang. Die Einheitlichkeit, die Auswahl der Gegenstände, dem amerikanischen Geschmack angepasst, zeigen die Franzosen nicht nur von der künstlerischen, sondern wie immer auch von der praktischen Seite. Was in Amerika nicht gekauft wird, zeigen die Franzosen überhaupt nicht, und was sie zeigen, bekundet aufserordentlichen Geschmack und mustergiltigen praktischen Sinn.

Auch die nunmehr fertige amerikanische Ausstellung hat das Gesamtbild nicht gehoben. Nur die Maschinenhalle ist durch die inzwischen vollendete Ausstellung der Arbeitsmaschinen reichhaltiger geworden; die Ausstellung der Motoren ist so unbedeutend geblieben, wie sie ursprünglich war. Das Riesendach der Industriehalle und der Riesenturm in ihrem Innern, welcher den mächtigen Raum so hässlich entzwei schneidet, sind seither nicht schöner geworden.

Die unvergleichliche Pracht der Architektur an den Lagunen und die grofsartigen Durchblicke zwischen den Hauptgebäuden sind nach wie vor die Glanzpunkte. Die Temperatur über 32° C macht aber den Aufenthalt in der »weifsen Stadt« nicht kurzweiliger. Erholung bieten nur die inzwischen fertig gewordene prächtige Kunstausstellung sowie die Gebäude der einzelnen Staaten, wenn auch die Mehrzahl der letzteren nichts bietet als bequeme Parlors mit noch bequemeren Schaukelstühlen, auf welchen auch ein nicht Eingeborener sich von den Mühen der Ausstellung erholen kann.

Der äufsere Eindruck der Ausstellung leidet an dem schweren, grundsätzlichen Fehler, dass, entgegen allen bisherigen Ausstellungen, der Eintritt nicht durch einen Haupteingang erfolgt, der gleichsam die Schönheit der ganzen äufseren Ausstattung wiederspiegelt. In Chicago wird der gröfste Teil der Besucher nicht durch eine mächtige Eingangspforte, sondern durch Hinterthüren und Schlupflöcher in die Ausstellung eingelassen. Bis sich am Grand Court die volle architektonische Schönheit der Ausstellung entwickelt, ist der Beschauer ermüdet und die Stimmung verpflogen. Zwar hat auch die Chicagoer Ausstellung ihre Ehrenpforte, hinter der Statue der Columbia, nach dem Michigan-See zu, und der erste Eintritt durch sie würde einen Anblick gewähren, der ohne Gleichen wäre; sie dient aber nicht als Haupteingang, und nur die zu Wasser aus der inneren Stadt kommenden Besucher treten durch sie in die Ausstellung ein.

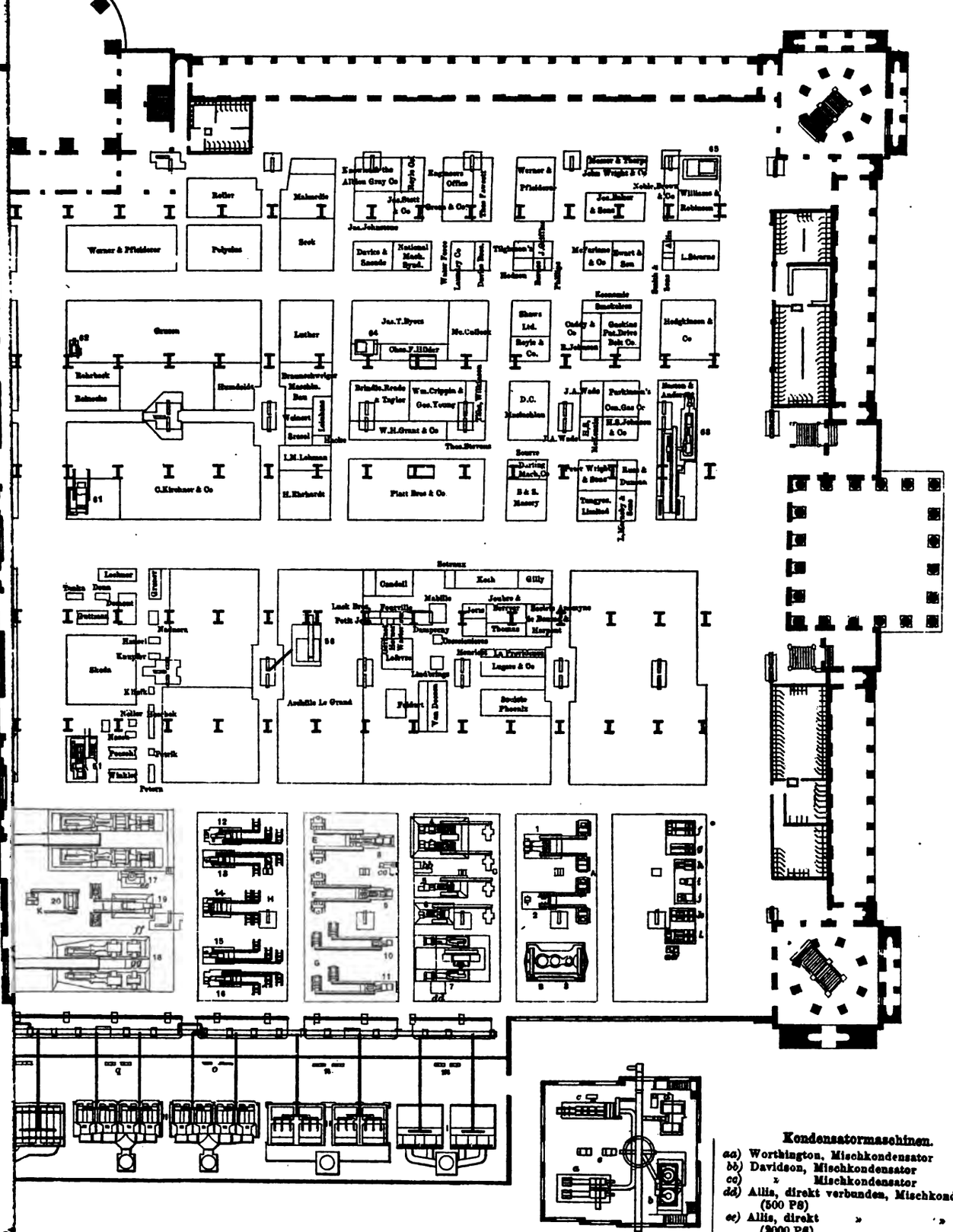
Auf der Rückreise hatte ich Gelegenheit, in Paris den ehemaligen Ausstellungsplatz nach dem unmittelbaren Ein-

druck in Chicago zu sehen: die Ueberreste der letzten Pariser Ausstellung sind heute noch wirkungsvoller, dem Ausstellungszweck angepasster, als die mit ungeheuren Kosten geschaffenen Bauten in Chicago. Dazu welcher riesige Unterschied in der die Ausstellung umgebenden Stadt! Paris kann sich den Luxus einer Weltausstellung immer leisten und ist der geeignetste Ort für die heutigen Schaustellungen, die man noch immer internationale Weltausstellungen zu nennen beliebt; Paris versteht es, die Massen anzuziehen und, was die Hauptsache ist, zu unterhalten. Ernste Männer sollten aber unterlassen, unter Berufung auf »Ehre und Ansehen« von Weltausstellungen als einer Notwendigkeit zu sprechen, und Redensarten vom »Wettkampf der Nationen«, »Auge in Auge mit dem Gegner, auf der Ausstellung, wo Kraft und Leistung sich erprobt«, sollten längst schon unmöglich sein, da es nunmehr fast 20 Jahre her ist, seitdem die internationalen Weltausstellungen grofse Jahrmärkte geworden sind.

Der Rückblick auf Chicago und Amerika muss das schon mehrfach Hervorgehobene bestätigen: die Ausstellung bietet dem Maschineningenieur sehr wenig, nur ein äufserst lückenhaftes Bild der Industrien. Nur das Studium im Lande selbst gewährt Einblick in das Leben, gewährt viel Anregung und Belehrung. Nirgends auf der Welt ist in so eindringlicher, grofsartiger Weise die Ausnutzung der Maschinenarbeit für Kulturzwecke zu studiren, nirgends hat die Ingenieurarbeit gröfsere Bedeutung als in Amerika.

A. Riedler.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45-46.



Kesse[illegible]lage.

I	4	Ro[illegible]nghouse-Glühlicht-Dynamos zu je [illegible]00 Lampen
II	4	Gi[illegible]nghouse- » » » »
III	8	He[illegible]00 Lampen
IV	4	Na[illegible]nghouse- » » » »
V	9	Ca[illegible]00 Lampen
VI	10	Ba[illegible]e-Bogenlicht-Dynamos » » [illegible] Lampen
VII	4	St[illegible]iard- » » » »
VIII	1	He[illegible] Lampen
IX	3	Cl[illegible]son-Houston-Bogenlicht-Dynamos [illegible]je 50 Lampen
X	2	St[illegible]son-Houston-Bogenlicht-Dynamos [illegible]je 50 Lampen
		[illegible]sior- » » [illegible]je 50 Lampen
		[illegible]ern Electr.- » » [illegible]je 50 Lampen

Pumpwerke.

a) Worthington, liegende Duplexpumpe
b) Worthington, stehende Duplexpumpe
c) Worthington, liegende Duplexpumpe
d) Worthington, 2 stehende Duplexpumpen
e) 2 Worthington-Feuerlöschpumpen

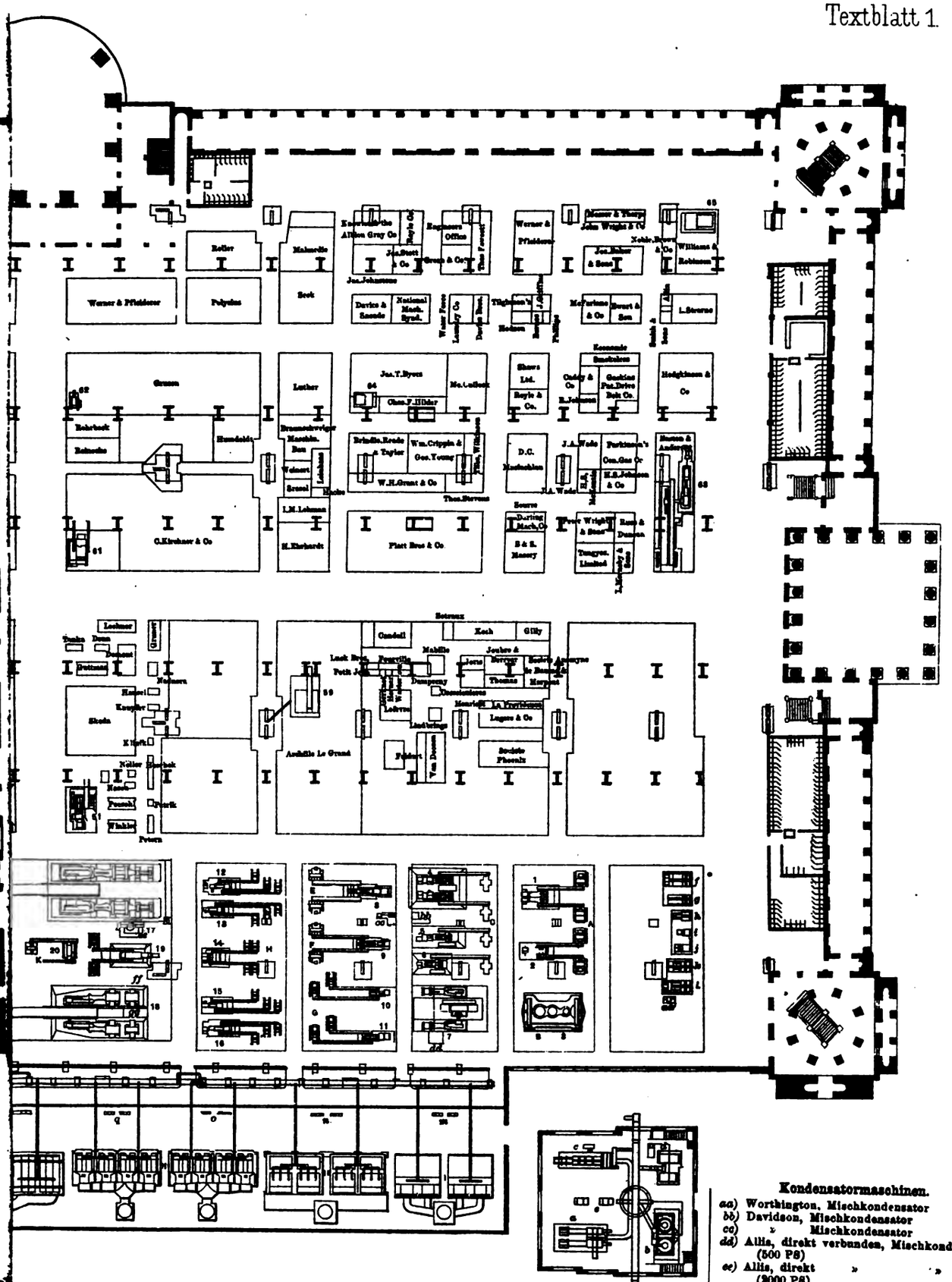
Kühlpumpen für Oberflächenkondensatoren.

f) Worthington
g) »
h) »
i) »
j) »
k) »
l) »

Speisepumpen.

m) 2 Dean
n) 2 Barr
o) 2 Knowles
p) 1 Goulds
q) 2 Blake
r) 2 Davidson
s) 1 Cameron
t) 1 Laidlaw
u) 1 Willson-Snyder
v) 1 Canton
w) 1 Snow
x) 1 »
y) 1 »
z) 1 Buffalo
m_1) 1 »
n_1) 2 Battle Creek
o_1) 1 Blakesley
p_1) 1 Smedley
q_1) 1 Hall
r_1) 1 Mc Gowen
s_1) 1 Valley

Aus de[illegible]



Kesse[illegible]lage.

I	4	Ro[illegible]nghouse-Glühlicht-Dynamos zu je [illegible]00 Lampen
II	4	Gi[illegible]nghouse- » » » »
III	8	He[illegible]00 Lampen
IV	4	Na[illegible]nghouse- » » » »
V	9	Ca[illegible]00 Lampen
VI	10	Ba[illegible]e-Bogenlicht-Dynamos » » [illegible] Lampen
VII	4	St[illegible]ard- » » » »
VIII	1	He[illegible] Lampen
IX	3	Cl[illegible]son-Houston-Bogenlicht-Dynamos [illegible] je 50 Lampen
X	2	St[illegible]son-Houston-Bogenlicht-Dynamos [illegible] je 50 Lampen
		[illegible]sior- » » [illegible] je 50 Lampen
		[illegible]ern Electr.- » » [illegible] je 50 Lampen

Pumpwerke.

a) Worthington, liegende Duplexpumpe
b) Worthington, stehende Duplexpumpe
c) Worthington, liegende Duplexpumpe
d) Worthington, 2 stehende Duplexpumpen
e) 2 Worthington-Feuerlöschpumpen

Kühlpumpen für Oberflächenkondensatoren.

f) Worthington
g) »
h) »
i) »
j) »
k) »
l) »

Speisepumpen.

m) 2 Dean
n) 2 Barr
o) 2 Knowles
p) 1 Goulds
q) 2 Blake
r) 2 Davidson
s) 1 Cameron
t) 1 Laidlaw
u) 1 Willson-Snyder
v) 1 Canton
w) 1 Snow
x) 1 »
y) 1 »
z) 1 Buffalo
m_1) 1 »
n_1) 2 Battle Creek
o_1) 1 Blakesley
p_1) 1 Smedley
q_1) 1 Hall
r_1) 1 Mc Gowen
s_1) 1 Valley

Aus d[illegible]

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.